

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA DE PRODUÇÃO**

**PAULO CESAR MACHADO FERROLI**

**MAEM-6F (MÉTODO AUXILIAR PARA ESCOLHA DE MATERIAIS  
EM SEIS FATORES): SUPORTE AO DESIGN DE PRODUTOS  
INDUSTRIAIS.**

**FLORIANÓPOLIS, MAIO DE 2004**

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA DE PRODUÇÃO**

**PAULO CESAR MACHADO FERROLI**

**MAEM-6F (MÉTODO AUXILIAR PARA ESCOLHA DE MATERIAIS  
EM SEIS FATORES): SUPORTE AO DESIGN DE PRODUTOS  
INDUSTRIAIS.**

**FLORIANÓPOLIS, MAIO DE 2004**

**PAULO CESAR MACHADO FERROLI**

**MAEM-6F (MÉTODO AUXILIAR PARA ESCOLHA DE MATERIAIS EM SEIS FATORES): SUPORTE AO DESIGN DE PRODUTOS INDUSTRIAIS.**

**TESE DE DOUTORADO**

Tese apresentada como requisito parcial para  
obtenção do título de Doutor em Engenharia de  
Produção do Programa de Pós-graduação em  
Engenharia de Produção da Universidade Federal de  
Santa Catarina (PPGEP-UFSC). Área de  
Concentração: Gestão do Design e do Produto.

**Orientador: Prof. Dr. Miguel Fiod Neto**

**FLORIANÓPOLIS, MAIO DE 2004**

**PAULO CESAR MACHADO FERROLI**

**MAEM-6F (MÉTODO AUXILIAR PARA ESCOLHA DE MATERIAIS EM SEIS FATORES): SUPORTE AO DESIGN DE PRODUTOS INDUSTRIAIS.**

**TESE DE DOUTORADO**

Esta tese foi julgada adequada para a obtenção do título de Doutor em Engenharia de Produção (Área de Concentração: Gestão do Design e do Produto), e aprovada em sua forma final pelo Programa de Pós-graduação em Engenharia de Produção (PPGEP-UFSC).

---

Prof. Edson Pacheco Paladini, Dr.  
Coordenador do PPGEP-UFSC

Banca Examinadora:

---

Prof. Miguel Fiod Neto, Dr. – Orientador.

---

Prof. Eugênio Andrés Díaz Merino, Dr.

---

Prof. Fernando Antônio Forcellini, Dr.

---

Prof. Manuel Salomón Salazar Jarufe, Dr.

---

Prof. Nelci Moreira de Barros, Dr.

---

Profa. Rosilene Marcon, Dra.

**FLORIANÓPOLIS, MAIO DE 2004**

Dedico esta tese a minha esposa Lisiane Ilha Librelotto,  
e ao novo integrante de nossa família  
Paulo Librelotto Ferroli

### **Agradecimentos:**

Não vou agradecer a Deus por esta tese. Vou sim, agradecer a Ele por ter-me dado condições, tanto físicas quanto psicológicas, de fazê-la. E vou agradecer a Ele, em especial:

1. ... por ter nascido, em 1971, em um “berço de ouro”. Não no sentido literal, lógico; mas meus pais deram um exemplo de desprendimento, amor e dedicação aos seus filhos. Desejo um dia ser tão bom para os meus filhos, como meus pais foram comigo. E espero agora, na velhice deles, poder dar-lhes pelo menos um pouco do que renunciaram, em meu benefício e de meu irmão;
2. ... a meus avós, que desde a infância tornaram-se meus segundos pais. As “figurinhas”, “revistinhas”, brinquedos, ... - dizem que os avós muitas vezes estragam os netos, pois fazem todas as suas vontades. Eu acho que os avós tornam a infância ainda mais feliz;
3. ... a minha tia e madrinha, hoje vivendo na Itália com seus três filhos. Quis o destino que fossem morar tão longe, mas guardo lembranças felizes de quando vivíamos todos em Santo Ângelo (RS);
4. ... a Neca e ao Sidi, por tudo o que fizeram e fazem pelos meus pais;
5. ... pelo ano de 1975, quando ganhei meu único irmão. Ao seu lado, tive uma infância cercada de fantasia (batalhas intermináveis entre exércitos de soldadinhos e super-heróis) e tenho, agora, alguém em que posso confiar. Embora seja mais novo e, com certeza ele não percebe isso, já me ensinou muitas coisas;
6. ... pelo ano de 1988, quando fui morar em Santa Maria (RS) junto com dois amigos de colégio, Almir e Márcio. Embora hoje, morando em cidades distintas, sempre que nos encontramos, lembramos das muitas coisas que “aprontamos”, e o quanto cada um de nós ensinou ao outro (mesmo que na época não nos dêssemos conta disso);
7. ... tinha que ser exatamente na época da engenharia que, em 1991, conheci aquela que seria a mulher de minha vida. Minha amada querida, saibam que não ganhei apenas uma esposa, mas sim um “pacote” que inclui, melhor amiga, namorada, companheira, ... Será que existem outras vidas? Não sei, mas se existirem, quero vivê-las todas contigo;
8. ... ao professor Érico Henn, que foi o primeiro a incentivar-me à fazer pós-graduação dizendo que eu tinha “jeito” de professor. E aos muitos colegas e amigos que fiz na faculdade, como o Paulo Cícero Fritzen e o Leonardo Collucii (em especial, pela “ajuda” no exame de Elementos de Máquinas);
9. ... aos meus sogros pelo apoio que sempre deram a mim e a Lisi. Sabe o que dizem a respeito da sogra da gente? Bom, eu acho que não deve ser verdade;
10. ... agradeço de modo muito especial ao meu orientador, que conheci em 1997. Não só pelas inúmeras correções, críticas e conselhos, mas, principalmente, por acreditar no meu trabalho;
11. ... aos meus colegas e amigos da Univali, em especial, ao Salomão, Flávio, Manuel, Mayr e Ricardo Gallarza. Juntos, construímos um ambiente de trabalho onde, acredito, conseguimos provar que a competência pode andar de braços dados com o bom humor e a amizade;
12. ... aos meus alunos, que me permitem exercer na prática, a busca da melhoria contínua;
13. ... finalmente, agradeço a todos os que, direta ou indiretamente, contribuíram para a realização deste trabalho, especialmente aqueles que, por esquecimento, não foram incluídos nas linhas acima.

### **RESUMO**

Nos últimos anos, com a crescente exigência do “projeto de alta qualidade” surgiram várias metodologias para projeto, que incluem escolha e seleção de materiais. No entanto, não existe um método que determine, especificamente, o impacto causado pela escolha de determinado material em um produto. Ferramentas, métodos e técnicas de projeto utilizadas na engenharia como *brainstorming*, listas de verificação, *Total Design* e QFD, caracterizadas pela linguagem metódica não abordam satisfatoriamente escolha e seleção de materiais. Contudo, o crescimento espantoso da quantidade de materiais disponíveis dificulta a tarefa de escolha. Os projetistas dispõem, atualmente, de muitos bancos de dados, elaborados por universidades e fabricantes. O problema, portanto, é mais seletivo do que informativo. Baseando-se em pesquisa realizada no curso de Design Industrial da Universidade do Vale do Itajaí (UNIVALI), desenvolveu-se, nessa tese, um método que busca auxiliar novos projetistas na escolha dos materiais de seus produtos, através da análise dos impactos sob seis áreas específicas: manufatura, meio-ambiente, economia, ergonomia, estética e mercado. Para atingir esse objetivo, construiu-se o método através de ampla revisão bibliográfica, testando-o em estudantes do curso de design. A amostra dos estudantes foi aleatória, abrangendo os que estavam cursando o último período do curso de graduação, testando o método em seus projetos finais de graduação. O modelo final, visualizado através de planilhas eletrônicas, apresenta como resultado valores numéricos comparativos, que permite aos novos projetistas uma melhor tomada de decisão, realizada através da união de abordagens qualitativa e quantitativa.

Palavras-chaves: método; materiais e processos; projeto.

## ABSTRACT

In the last few years, with the increasing requirement for “high quality of design”, several methodologies for design, which include the choice and selection of materials, arose. However, there is no method that can determine, specifically, the impact caused by the choice of a specific material in a product. Tools, techniques and design methods applied in engineering, such as brainstorming, check lists, Total Design and QFD, which are characterized by the methodical language, do not analyze satisfactorily choice and selection of materials. However, the astonishing increase in the amount of materials available hinders the task of choice. Nowadays, designers can rely on many databases, which are elaborated by universities and manufacturers. The problem, therefore, is more of selective than informative nature. Based on a research carried out in the Industrial Design course of the Universidade do Vale do Itajaí (UNIVALI), a method was developed in the present thesis. This method seeks to help new designers in the choice of the materials of their products. It does so through the analysis of impact under six specific areas: manufacture, environment, economy, ergonomics, aesthetics and market. To reach the objective, the method was built through wide bibliographic review, and was, then, tested in students of the design course. The students' sample was random, comprising last year undergraduate students. The method was tested on the students' final projects for graduation. The final model, which is visualized through electronic worksheets, presents, as result, comparative numeric values that allow the new designers a better decision-making, which is accomplished through the integration of qualitative and quantitative approaches.

Key words: method; materials and processes; design.



## SUMÁRIO

CAPÍTULO 1 - Introdução .....	01
1.1 Exposição do assunto .....	01
1.2 Definição dos principais termos .....	03
1.3 Definição do problema .....	04
1.4 Perguntas de pesquisa .....	06
1.5 Objetivo geral .....	07
1.6 Objetivos específicos .....	07
1.7 Justificativa da escolha do tema .....	07
1.8 Os limites da tese .....	12
1.9 Organização do documento .....	13
CAPÍTULO 2 – Procedimentos metodológicos .....	14
2.1 Classificação / tipo de pesquisa .....	14
2.2 Pesquisa inicial para definir a relevância do tema da tese .....	15
2.3 Local, população e amostra da pesquisa .....	15
2.4 Etapas do processo de pesquisa .....	16
CAPÍTULO 3 – Materiais e Processos no Projeto de Novos Produtos: Revisão Bibliográfica .....	19
3.1 Projetos de produtos: uma visão geral .....	21
3.2 Métodos e ferramentas projetuais desenvolvidas para auxílio aos projetistas .....	24
3.2.1 Outros métodos para projeto de produto .....	27
3.2.2 Ferramentas projetuais e técnicas de auxílio .....	32
3.3 Considerações sobre o capítulo .....	46
CAPÍTULO 4 – Método Auxiliar para Escolha de Materiais em Seis Fatores: apresentação .....	49
4.1 Relação de causa e efeito no processo fabril de um produto .....	49
4.2 Relação de causa e efeito – extrapolação para além do chão-de-fábrica .....	51
4.3 Fatores fabris e de manufatura .....	52
4.3.1 Conceituação dos fatores fabris e de manufatura .....	52
4.3.2 Correlacionamentos entre os fatores fabris .....	54
4.4 Fatores mercadológicos e sociais .....	59
4.4.1 Conceituação dos fatores mercadológicos e sociais ...	59
4.4.2. Correlacionamentos entre os fatores mercadológicos e sociais .....	63
4.5 Fatores econômicos e financeiros .....	67

5.5.1 Conceituação dos fatores econômicos e financeiros ...	67
4.5.2 Correlacionamentos entre os fatores econômicos e financeiros .....	70
4.6 Fatores estéticos e de apresentação do produto .....	76
4.6.1 Conceituação dos fatores estéticos e de apresentação do produto .....	76
4.6.2. Correlacionamentos dos fatores estéticos e de apresentação do produto .....	78
4.7 Fatores ergonômicos e de segurança do produto .....	83
4.7.1 Conceituação dos fatores ergonômicos e de segurança do produto .....	83
4.7.2. Correlacionamentos dos fatores ergonômicos e de segurança do produto .....	86
4.8 Fatores ecológicos e ambientais .....	89
4.8.1. Conceituação dos fatores ecológicos e ambientais .....	89
4.8.2. Correlacionamentos dos fatores ecológicos e ambientais .....	92
4.9 MAEM-6F – Considerações finais do capítulo .....	95
CAPÍTULO 5 – MAEM-6F: Aplicação nos TGI's – Primeira parte .....	97
5.1 TGI's defendidos sem a aplicação completa do método – apresentação .....	97
5.2 Análise dos TGI's defendidos sem a aplicação completa do MAEM-6F .....	103
CAPÍTULO 6 – MAEM-6F: Desenvolvimento dos Quadros Auxiliares .....	106
CAPÍTULO 7 – Análise dos TGI's – Segunda parte e teste final do MAEM-6F ...	122
7.1 Obtenção dos dados .....	122
7.2. Testes complementares do método .....	123
7.3. Análise dos TGI's defendidos com a aplicação do MAEM-6F .....	129
7.4. Considerações relevantes .....	132
CAPÍTULO 8 – Conclusões e Recomendações .....	134
7.1 Recomendações para trabalhos futuros .....	137
Referências .....	139
APÊNDICE 1 – Pesquisa exploratória para testar a relevância do tema – resultados .....	148
APÊNDICE 2 – Classificação dos materiais: sugestão elaborada para aplicação do MAEM-6F .....	151

APÊNDICE 3 – Tabelas de análises dos TGI’s defendidos em Dezembro de 2002	167
APÊNDICE 4 – Adaptação da ferramenta 5W2H para preenchimento dos <i>check-lists</i> usados no MAEM-6F .....	174
APÊNDICE 5 – Tabelas de análises dos TGI’s defendidos em Julho de 2003 .....	177
ANEXO A – Estrutura curricular do curso de Design Industrial da UNIVALI .....	181
ANEXO B – Modelo de briefing utilizado no curso de Design Industrial da UNIVALI .....	184

## LISTA DE FIGURAS

01.	Procedimentos metodológicos adotados na tese .....	18
02.	Indicadores usados para medir a eficiência do processo de design de novos produtos .....	20
03.	Pirâmide de Maslow .....	22
04.	MD3E – Método de Desdobramento em Três Etapas .....	28
05.	RePMA – Metodologia de Reprojetado de Produtos para o Meio Ambiente .....	29
06.	MDPA ( <i>Methods for Design and Process Analysis</i> ) e suas fases .....	30
07.	Metodologia para o desenvolvimento de produtos baseada no estudo da biônica .....	31
08.	Modelo geral para redesign .....	31
09.	QFD – Desdobramento da Função Qualidade .....	33
10.	Modelo Kano .....	34
11.	Demonstrativo do <i>software</i> CAMPUS versão 4.5. ....	38
12.	Princípio de Pareto .....	39
13.	Diagrama causa-efeito .....	40
14.	Exemplo demonstrativo de aplicação do gráfico de controle .....	43
15.	Ciclo PDCA .....	44
16.	Fluxograma de aplicação da TIPS no processo de projeto .....	45
17.	Exemplo de produto: carro do futuro .....	47
18.	Relacionamento do MAEM-6F no processo de design de produtos .....	48
19.	Desdobramento primário do processo fabril de produtos .....	51
20.	MAEM-6F – Desdobramento dos fatores fabris e de manufatura .....	53
21.	Layout departamental e layout celular .....	55
22.	Consequências dos erros de medição .....	56
23.	Processos de moldagem por injeção .....	57
24.	Alterações para melhorar o aproveitamento de matéria-prima .....	58
25.	Estrutura organizacional propondo um maior inter-relacionamento entre setores .....	59
26.	Nova estrutura organizacional .....	60
27.	MAEM-6F: Desdobramentos dos fatores sociais e mercadológicos .....	61
28.	Formação de preços .....	68
29.	MAEM-6F: Desdobramentos dos fatores econômicos e financeiros .....	68
30.	Problemas ocasionados pelos estoques .....	72
31.	Arquitetura cognitiva de Richard .....	74
32.	Os capitais do conhecimento .....	75
33.	MAEM-6F: Desdobramentos dos fatores estéticos e de apresentação do produto .....	77
34.	Comunicação estética em projetos de produtos .....	79
35.	Efeitos de pregnância e dispersão de cores .....	80
36.	Logotipos dos carros alemães .....	81
37.	Exemplo de semântica aplicada a um produto .....	82
38.	MAEM-6F: Desdobramentos dos fatores ergonômicos e de segurança do	

	produto.....	85
39.	Posturas em postos de trabalho .....	86
40.	Usos inesperados para os produtos .....	88
41.	Modelo de sistema de gestão ambiental para ISO 14001.....	90
42.	MAEM-6F: Desdobramentos dos fatores ecológicos e ambientais .....	91
43.	Índice de reciclagem de latas de alumínio .....	94
44.	MAEM-6F e seus desdobramentos no design de produtos .....	96
45.	Equipamento para deslocamento de alimentos na praia .....	98
46.	<i>Triploface</i> : capacete para ocupantes de motocicletas e similares .....	99
47.	Carrinho para transporte de alimentos em hotéis .....	99
48.	<i>Snake – sandboard</i> ecológico .....	99
49.	Espreguiçadeira para pousada .....	100
50.	Betinho Carrero – o jogo .....	100
51.	Brinquedos para crianças especiais .....	101
52.	<i>Scooter</i> submarina .....	101
53.	Corais – linhas de revestimento .....	102
54.	<i>Aqua</i> – mobiliário para casas noturnas .....	102
55.	Veículo compacto para uso <i>off-road</i> .....	103
56.	Distribuição em percentagem dos desdobramentos não analisados ou analisados superficialmente .....	104
57.	Gráfico de correlação entre abordagens superficiais ou não abordagens dos fatores ecológicos <i>versus</i> fatores econômicos .....	105
58.	Reuniões interdisciplinares para pré-seleção dos materiais: fase 1 do MAEM-6F .....	106
59.	Projeto utilizado como teste para o MAEM-6F .....	123
60.	ARCO – <i>Concept Car</i> .....	129
61.	<i>Squalo</i> .....	130
62.	Adorno pessoal Flex Rubro .....	130
63.	LIMPI – Transporte para materiais de limpeza para quartos de hotel .....	131
64.	Flutuador para crianças com paralisia cerebral .....	132
65.	Mobiliário odontológico <i>Mocho Evolution</i> .....	132
1.1	Motivos para compra do produto – Apêndice 1 .....	150
1.2	Motivos para desistência da compra – Apêndice 1 .....	150

## LISTA DE QUADROS

01.	Metodologias tradicionais para o processo de projeto .....	26
02.	Ferramenta Análise de Valor .....	41
03.	GUT – Gravidade, Urgência, Tendência .....	42
04.	Ferramenta 5W2H .....	42
05.	Mensagens das marcas de alguns fabricantes de automóveis .....	81
06.	Identificação dos plásticos para reciclagem .....	95
07.	Desdobramento dos fatores encontrados nos TGIs .....	104
08.	Fatores fabris e de manufatura .....	108
09.	Fatores mercadológicos e sociais .....	110
10.	Fatores econômicos e financeiros .....	112
11.	Fatores estéticos e de apresentação do produto .....	114
12.	Fatores ergonômicos e de segurança do produto .....	116
13.	Fatores ecológicos e ambientais .....	119
14.	Aplicação do MAEM-6F para análise do MDF ST em produto projetado e construído no LAMMO .....	125
15.	Aplicação do MAEM-6F para análise do PEAD em produto projetado e construído no LAMMO .....	126
16.	Aplicação do MAEM-6F para análise do ABNT 2017 em produto projetado e construído no LAMMO .....	127
17.	Aplicação do MAEM-6F para análise do ASTM 20 em produto projetado e construído no LAMMO .....	128
1.1	Modelo de questionário aplicado para a pesquisa exploratória – Apêndice 1 .....	149
1.2	Resultados encontrados na pesquisa exploratória – Apêndice 1 .....	150
2.1	Madeiras naturais, transformadas e para revestimentos - Apêndice 2 .....	151
2.2	Papéis (comum), cartões e papelão – Apêndice 2 .....	151
2.3	Metais ferrosos – Apêndice 2 .....	153
2.4	Metais não ferrosos – Apêndice 2 .....	154
2.5	Materiais sinterizados – Apêndice 2 .....	156
2.6	Polímeros – plásticos – Apêndice 2 .....	157
2.7	Polímeros – blendas – Apêndice 2 .....	159
2.8	Polímeros – adesivos – Apêndice 2 .....	160
2.9	Cimentos, concretos e agregados – Apêndice 2 .....	161
2.10	Cerâmicas – Apêndice 2 .....	162
2.11	Materiais naturais – Apêndice 2 .....	162
2.12	Materiais para indústrias têxtil – Apêndice 2 .....	163
2.13	Borrachas – Apêndice 2 .....	165
2.14	Óleos e graxas – Apêndice 2 .....	165
2.15	Tintas e vernizes – Apêndice 2 .....	166



## **1. INTRODUÇÃO**

### **1.1 Exposição do assunto**

A escolha dos materiais com os quais será confeccionado um produto é atividade extremamente complexa. Os materiais escolhidos irão influenciar, pelo menos, os seguintes fatores:

- produtivos: dentre os quais, máquinas necessárias para a confecção, tipo de layout utilizado e nível de especialização necessário à mão-de-obra;
- ergonômicos e de segurança: índices de toxicidade emitidos pelo material, estudos antropométricos, usabilidade, etc.;
- econômicos: como, por exemplo, custo de aquisição da matéria-prima, investimentos necessários e custo relacionado ao processamento;
- ecológicos: viabilidade de reciclagem ou reutilização para outros fins e necessidade da construção de estações de tratamento de efluentes, entre outros;
- mercadológicos: fornecedores disponíveis, tecnologias usuais, tendências, etc.; e
- estéticos: dentre os quais estão os acabamentos superficiais, cores, texturas e formas geométricas possíveis.

Existe uma relação de interdependência entre os seis fatores apresentados, explicitada no ato de escolha dos materiais que irão compor um produto. Sendo produto definido como tudo aquilo que sai de um processo de projeto (BAXTER, 1998), a escolha correta dos materiais utilizados nesse produto deve permitir o total atendimento das necessidades humanas que geraram sua concepção. Por exemplo: supondo-se um caso fictício, onde as necessidades dos consumidores pesquisados indique um produto que deva aliar conforto de manuseio com boa qualidade superficial. Um dos requisitos para projeto desse produto é a escolha de um



material que permita a aplicação de tratamentos superficiais adequados e garanta uma boa pega.

Para que as necessidades dos clientes sejam (em sua quase totalidade) atendidas, existem diversas metodologias de projeto, cujo objetivo principal, sempre é o de transladar as vontades, desejos, anseios, etc. destes clientes em dados práticos, que viabilizem a confecção de um produto que atenda, de forma otimizada, estas necessidades.

A maioria das metodologias hoje utilizadas, procuram inicialmente uma definição do problema do projeto em questão, estudando as restrições impostas (financeiras, fabris, ecológicas, etc.), para então listar especificações e requisitos a serem atendidos. Segue-se a isso, geração e seleção de alternativas, testes e detalhamentos da escolhida. A seleção dos materiais que irão compor o produto é, portanto, resultado deste processo.

No entanto, a diversidade de materiais tem evoluído exponencialmente nos últimos anos. Como comenta Manzini (1993), no início da década de 90, fez-se uma tentativa de catalogar os materiais existentes, chegando-se à conclusão da impossibilidade disso, pois os materiais são ilimitados, com infinitas possibilidades de combinação entre seus diversos componentes, com propriedades e desempenhos próprios.

Devido ao grande volume de opções disponíveis, existe a possibilidade de que produtos existentes estejam sendo produzidos com material adequado (determinado durante seu projeto, através da aplicação de metodologias e ferramentas projetuais), mas não ideal. A descoberta de um novo componente pode resultar em uma melhor performance, ou seja, nem sempre a troca dos materiais utilizados em um produto gera a necessidade de se fazer um reprojeto deste produto. Porém, é importante que se conheçam os impactos resultantes desta troca.

Segundo Dormer (1995), novos materiais dificilmente estimulam o aparecimento de produtos inteiramente novos: “a maior parte das coisas que concebemos e construímos nunca funciona suficientemente bem, e a investigação de materiais tenta encontrar processos de tornar as máquinas existentes mais duráveis e seguras” (DORMER, 1995, p. 64). Assim, “os novos materiais oferecem soluções a problemas técnicos, económicos, estratégicos e ecológicos. Além de substituírem com vantagem os tradicionais, já com créditos firmados, podem criar novas exigências e novos mercados” (ZAROTTI, 1993, p. 178).

## 1.2 Definição dos principais termos

Projetar significa, segundo o dicionário da língua portuguesa (FERREIRA, 2001): criar, planejar, fazer planos, ter intenções. Para os projetistas, projetar é uma atividade realizada com o objetivo de suprir alguma necessidade.

Back e Forcellini (1999a, p. 1-1), definem projeto como “uma atividade de planejar, sujeito às restrições da resolução, uma peça ou um sistema para atender de forma ótima necessidades estabelecidas, sujeito, ainda, às restrições de solução”.

Löback (2001) explica que recentemente projetar passou a ser melhor definido como fazer o design de um produto. Para o autor, design é “uma idéia, um projeto ou um plano para a solução de um problema determinado” (LÖBACH, 2001, p. 16). Assim sendo, o termo design é um conceito geral, que responde por um processo mais amplo, iniciando pelo desenvolvimento de uma idéia, podendo concretizar-se em uma fase de projeto.

Dormer (1995) divide o projeto em *design abaixo da linha* e *design acima da linha*. O primeiro refere-se àquilo que os consumidores não vêem, que visualmente podem não acrescentar nada ao produto (como por exemplo, o tipo de óleo desenvolvido especialmente para melhorar a performance do motor de um automóvel), enquanto que o segundo refere-se ao estilismo aplicado para conquistar clientes.

Esse conceito é reforçado por Carpes Júnior (2004), afirmando que os projetistas com formação mais técnica preocupam-se mais com aspectos funcionais (dimensões, eficiência e desempenho, por exemplo) – projeto abaixo da linha, enquanto os de formação mais artística atentam mais para aspectos como cores, formas e relação do produto com grupos sociais (projeto acima da linha).

Definir design e projeto pode, segundo Costa (1998), ser redundante ou até redutor. Especialmente na língua portuguesa, há bastante dificuldade de distinguir desenho de design. A língua espanhola, por exemplo, tem a palavra *dibujo* para representação gráfica e *diseño* para configuração / projeto. O autor denomina designer como um “projectista de produtos para a indústria, desenvolvendo claramente uma actividade projectual, portanto tecnológica, mas relevando da estética” (COSTA, 1998, p. 27).

Para Aguiar (2000),

[...] o design industrial não pode, hoje em dia, ser apenas um ‘projeto de alta qualidade’, respeitando todos os condicionalismos e *inputs* relevantes e aplicáveis, da ergonomia, às disponibilidades técnicas de produção, da otimização dos recursos ao respeito pelo ambiente, da diminuição das emissões à integração de soluções inovadoras, do respeito pelos direitos do consumidor à materialização de uma forma equilibrada e harmoniosa (AGUIAR, 2000, p. 90).

Com base nessas definições, **neste trabalho**, será considerado design de produtos sinônimo de projeto de produtos, ambos sendo parte do processo de desenvolvimento de produtos, executado por equipes multidisciplinares, compostas por engenheiros, designers, administradores, etc.. Também, **neste trabalho**, a palavra *projetista*, vai ser usada para se referir a todo tipo de profissional responsável e/ou envolvido na atividade de projeto de produtos, seja este designer, engenheiro, arquiteto, técnico mecânico, etc..

### 1.3 Definição do problema

O problema de pesquisa aqui apresentado refere-se à dificuldade de escolha dos materiais que irão compor um produto, além da previsão dos impactos gerais decorrentes desta escolha.

Esta dificuldade adquiriu volume, especialmente nos últimos anos, em virtude da proliferação de novos materiais, como: os super-polímeros, as cerâmicas avançadas e as ligas de metal leve (apenas para citar alguns exemplos), além dos inúmeros tratamentos superficiais, térmicos, químicos e o desenvolvimento de elementos de aditivação, que tornaram impossível determinar o número real de materiais existentes.

Dessa forma, duas condições são básicas para que equipes de projeto possam otimizar o processo de escolha dos materiais: criação de bancos de dados, com informações sempre atualizadas sobre o máximo possível de materiais, e criação de ferramentas e/ou métodos que orientem o processo de escolha de determinados materiais nos produtos, auxiliando deste modo, as decisões tomadas pela equipe de projeto.

A primeira condição já está bastante desenvolvida. Especialmente nos Estados Unidos e nos países europeus, existem vários centros informativos (alguns gratuitos, outros não), como por exemplo, os sites (GORNI, 2002a e 2002b):

- [www.azom.com](http://www.azom.com): elaborado em parceria pelo Institute of Materials, Ceramic Research e Rapra Technology, apresenta uma biblioteca virtual de materiais;

- [www.specialchem.com](http://www.specialchem.com): organizado por uma companhia neutra, agrega dados, informações e cooperação técnica de muitos fornecedores de aditivos para plásticos;
- [www.campusplastics.com](http://www.campusplastics.com): apresenta o trabalho cooperativo de fabricantes internacionais de plásticos de engenharia (Bayer, BASF, Du Pont, GE Polymers, Shell, etc.);
- [www.tangram.co.uk](http://www.tangram.co.uk): na seção *Polymer Data File* mostra um catálogo eletrônico sobre plásticos industriais e relatórios de *workshops* sobre tendências do mercado europeu;
- [www.silastic.com](http://www.silastic.com): com ênfase na borracha de silicone e materiais concorrentes (borrachas orgânicas), engloba indústrias automotivas, aeroespacial, médica, esportiva, etc.. Disponibiliza também uma ampla variedade de ferramentas eletrônicas;
- [www.claymor.engineer.gvsu.edu](http://www.claymor.engineer.gvsu.edu): denominado *engineer on a disk*, disponibiliza grande quantidade de informações sobre materiais, engenharia mecânica, projeto de máquinas, qualidade, mecatrônica, etc.;
- [data.ul.com/iqlink/index.asp](http://data.ul.com/iqlink/index.asp): permite localizar plásticos certificados pela *Underwriters Laboratories* em um total de aproximadamente 50.000 tipos de resinas;
- [www.pct.edu/prep](http://www.pct.edu/prep): desenvolvido em conjunto pela Pennsylvania College of Technology e The Pennsylvania State University, tem por objetivo principal o desenvolvimento de materiais para ensino na área de plásticos.

O Brasil já iniciou também a disponibilidade de consultas, como por exemplo dos sites:

- [www.ufrgs.br/ndsm](http://www.ufrgs.br/ndsm): permite a pesquisa de materiais diversos e divide-se em: materiais, processos, produtos, materioteca e linhas e pesquisa;
- [www.loctite.com.br](http://www.loctite.com.br): traz informações técnicas sobre o uso de adesivos em resinas;
- [www.acesita.com.br](http://www.acesita.com.br): diversas informações técnicas sobre aços inoxidáveis, além de publicações técnicas internas para *download*;
- [www.notimat.org.br](http://www.notimat.org.br): contém notícias diversas sobre lançamentos de materiais, artigos científicos e informações técnicas;
- [www.materia.coppe.ufrj.br](http://www.materia.coppe.ufrj.br): revista virtual pioneira sobre materiais no Brasil, inclui artigos e informações técnicas de toda a extensa gama de materiais existentes e processos correlatos;

- [www.daybrasil.com.br](http://www.daybrasil.com.br): completo catálogo eletrônico de plásticos industriais.

Portanto, o problema não é informativo. Em pouco tempo de pesquisa, é possível encontrar informações atuais e confiáveis sobre um grande número de materiais, que poderão atender as exigências definidas pelo produto que está sendo projetado.

O problema passa a ser seletivo, cujas questões a serem resolvidas são: como determinar, dentre todos, o material ideal? Qual será o critério inicial de escolha desse material: ergonômico, econômico, estético, mercadológico, fabril ou ecológico? Definido o critério básico de escolha, qual o impacto sofrido pelos demais critérios?

#### **1.4 Perguntas de pesquisa**

De acordo com o exposto no item anterior, as perguntas delineadoras do tema desta pesquisa são:

1. É possível a criação de um método que objetive auxiliar as equipes de projeto a selecionarem os materiais de seus produtos, abordando na escolha aspectos ecológicos, estéticos, mercadológicos, ergonômicos, fabris e econômicos?
2. Em primeira instância, é possível que se estabeleça (de acordo com as particularidades de cada projeto específico), qual dos seis critérios listados anteriormente tem maior peso na decisão?
3. Determinado os critérios de valoração de pesos, o método permitirá uma análise multidisciplinar, cujo resultado da análise pode levar à substituição do material escolhido anteriormente?

#### **1.5 Objetivo geral**

O objetivo geral deste trabalho é o desenvolvimento e aplicação de um método, que auxilie a equipe de projeto de novos produtos a escolherem o(s) material(is) com os quais serão confeccionados estes produtos.

## **1.6 Objetivos específicos**

São objetivos específicos do presente estudo:

- levantar questões relevantes que envolvem a etapa de escolha de materiais no processo de projeto e desenvolvimento de produtos;
- determinar a influência dos fatores fabris e produtivos, ergonômicos e de segurança do produto, mercadológicos e sociais, econômicos e financeiros, estéticos e de apresentação do produto, e ecológicos e ambientais, no processo de escolha de materiais em produtos industriais;
- desenvolver planilhas para auxiliar equipes de projeto na seleção de materiais, específicas para cada grupo; e
- elaborar e aplicar um método com variáveis qualitativas e quantitativas, para auxiliar projetistas a selecionarem os materiais de seus produtos.

## **1.7 Justificativa da escolha do tema**

Estudando a história da humanidade, percebe-se que a atividade de projetar acompanha o homem desde os primórdios de sua existência, estando intimamente relacionada à criatividade, entendida assim, como elemento primordial da atividade projetar. O texto abaixo exemplifica de modo interessante o fato do ser humano ser capaz de fazer planos (ter intenções) desde criança:

[...] se você já viu uma criança munida de uma caixa de suco e de uns lápis inventar uma nave espacial com painel de controle e tudo, ou escutou um daqueles regulamentos de última hora, do tipo, ‘os carros vermelhos podem pular por cima de todos’, então sabe que esse impulso para ampliar as possibilidades de um brinquedo é parte integrante dos jogos infantis inovadores. Também é a essência da criatividade (GATES, 1995, p. 12).

De acordo com Costa (1998), toda atividade projetual abrange um forte componente criativo, independente do tipo de profissional e de projeto envolvido. Projetar está vinculado às necessidades humanas que, devido ao caráter evolutivo, são ilimitadas. Por exemplo: algum tempo depois que o homem descobriu que a vida em grupos se tornava mais fácil (e segura), começaram a surgir povoados, vilas e cidades.

A proliferação destas cidades, cada vez mais afastadas umas das outras e mais segregadas em funções distintas, gerou a necessidade de meios de transporte mais eficientes do que carroças (para citar como exemplo). O homem, utilizando-se de sua criatividade, supriu esta necessidade com trens, ônibus, automóveis, etc.. Estes, no entanto, criaram inúmeras novas *necessidades*, até então nem imaginadas, como a pavimentação de estradas, redes de drenagem, postos de combustíveis, hotéis, lanchonetes, e assim por diante.

A construção destas benfeitorias criou novas *necessidades*, como o projeto de máquinas especializadas e o desenvolvimento de novas tecnologias. Assim, cada novo produto lançado supre uma ou parte de uma *necessidade*, gerando inúmeras novas *necessidades*. Deste modo, o homem, em busca de uma *melhoria contínua* para sua espécie, sempre se utilizou de sua criatividade para constantemente projetar novos produtos.

Na história evolutiva da humanidade, ao buscar sanar suas necessidades (cada vez maiores e mais variadas), o homem projetou ferramentas, habitações, vestuários, medicamentos, produtos para transporte, lazer, etc.. Assim, evoluiu até o homem de Neandertal (*homo neanderthalensis*). Este, no entanto, apesar de hábil em trabalhos manuais e exímio caçador, foi fadado à extinção, pois não tinha a capacidade de modificar o ambiente segundo suas necessidades. Foi substituído pelo *homo sapiens*, detentor desta capacidade. Em nome do que chamaríamos de *progresso*, o *homo sapiens* declarou guerra ao meio-ambiente e, assim, por séculos a fio, viu-se o extrativismo crescer exponencialmente, sempre com aval da sociedade, como se observa através de alguns episódios de nossa história, como a descoberta do Novo Mundo (e sua conseqüente exploração) pelos Europeus e a primeira Revolução Industrial (quando se descobriu o carvão e o ferro).

No início do século XX, quando teve início a segunda Revolução Industrial (marco do Taylorismo), a agressão ao meio-ambiente já estava no clímax, embora poucos manifestassem qualquer preocupação com o assunto; ao contrário, as cidades (seus governantes e cidadãos) orgulhavam-se de suas fábricas e o progresso movimentava a economia mundial. A vitória dos aliados na Primeira Guerra Mundial mostrou ao mundo o poder da industrialização,

fortalecendo o “bandeirismo” moderno com que as grandes empresas mineiradoras e madeireiras avançavam por terras ainda não exploradas.

À partir de 1950, a situação começou a ser questionada com o surgimento dos relatórios sobre o meio-ambiente, e as pessoas passaram a preocupar-se com a explosão demográfica, aquecimento global, tóxicos químicos, aumento da violência, destruição das florestas, erosão do solo cultivável, buraco na camada de ozônio, e tantas outras (PAULI, 1996).

Conforme explica Oliveira (2002), a partir do início do século XX, Taylor introduziu a metodologia científica no processo de produção, integrando as áreas de administração e engenharia. Além disso, a preocupação ergonômica (iniciada timidamente através do movimento *werkbund*, na Alemanha); a preocupação com os impactos ambientais (resultado da busca contínua do gerenciamento da eficiência, eficácia e racionalidades substantiva e operacional, que fez os princípios da qualidade total evoluírem para a qualidade ambiental e, posteriormente, qualidade de vida); a globalização e as associações internacionais de comércio forçando (ou tentando forçar) uma padronização internacional, dentre outros, tornaram a atividade de projetar demasiado complexa, exigindo a formação de equipes com características multidisciplinares para a solução dos problemas.

Como consequência, a maneira como o conhecimento necessário para os profissionais da área projetual era transmitido também modificou-se, quebrando o paradigma informativo e substituindo-o pelo paradigma do conhecimento. A consequência mais visível desta mudança de paradigma pode ser observada através dos currículos das escolas de engenharia e design (por exemplo), onde reformas curriculares passaram a acontecer rapidamente, com grande ênfase na interdisciplinaridade e transdisciplinaridade.

[...] devido a diversidade de conhecimentos exigidos para a atividade de projeto de produtos industriais, raramente é possível a um indivíduo dedicar-se sozinho ao projeto e desenvolvimento de um novo produto. Com frequência, é necessário uma equipe de pessoas de formação diferenciada para realizar essa atividade, o que introduz problemas de organização e de comunicação (BACK; FORCELLINI, 1999a, p. 2-2).

Devido a formação básica, os engenheiros tendem a priorizar aspectos mais técnicos e construtivos dos produtos, enquanto que os designers abordam de modo diferente, buscando um apelo estético e formal melhor resolvido (Santos, 2000b). Deve-se considerar também, na equipe, a opinião dos demais profissionais envolvidos: administradores, profissionais da área de marketing, ecologistas, ergonomistas, etc.. Disto resulta a necessidade de um ambiente de projeto integrado, com áreas complementares, buscando um mesmo resultado final, cujo



sucesso depende do nível de integração dos membros da equipe e de sua capacidade de diálogo.

[...] grande parte do êxito alcançado pela nossa cultura deve-se ao trabalho colectivo das pessoas, à especialização e à fragmentação coordenada do trabalho. Nenhuma pessoa isolada poderia, por si só, alimentar a complexidade de um design avançado. Este facto é obviamente verdade no caso de um Boeing 747, mas não é menos verdadeiro se falarmos de componentes relativamente pequenos e insignificantes, como a nova geração de pára-choques que absorvem energia mecânica (DORMER, 1995, p. 27).

Para viabilizar essa integração, várias metodologias e ferramentas de projeto foram criadas: DFLC (Projeto para o Ciclo de Vida do Produto), DFC (Projeto para Custo), IPD (Desenvolvimento Integrado de Produto), CE (Engenharia Concorrente), SE (Engenharia Simultânea), DFM (Projeto para Manufatura), etc.. É importante observar que, conforme Back e Forcellini (1999a), todas estas apresentam duas linhas principais de pensamento: o projeto deve ser elaborado tendo por preocupação todas as fases em que se passa o produto (da identificação das necessidades até seu descarte) e o projeto deve ser visto como atividade multidisciplinar, com integração de equipes e simultaneidade de atividades de desenvolvimento.

Percebe-se que as metodologias e ferramentas projetuais desenvolvidas, em geral, optam por um maior grau de liberdade nas etapas iniciais de projeto (onde a criatividade é alimentada por técnicas específicas), aumentando as “restrições” à medida que o projeto evolui para os estágios finais, favorecendo a integração multidisciplinar.

Estas metodologias são, em essência, multidisciplinares pela necessidade gerada por meio da mudança conceitual do que se entende por produto. Conforme explica Aguiar (2000), o produto evoluiu de um simples artefato, fruto de um processo produtivo, para um conjunto de fatores que permitam a decodificação de um bem ou serviço, indissociável do valor projetado advindo de sua utilização e de suas características específicas de comunicação.

Durante a época industrial a funcionalidade era o objectivo dominante. Hoje em dia, na era da informação, a função é simplesmente um dado adquirido. Enquanto naquela época o produto era definido pela excelência da função que era capaz de desempenhar, hoje esse desempenho (sem falhas) é exigido de imediato e a percepção do mix de características do produto (funcionais ou psicológicas) faz-se a partir desse patamar (HORNTRICH *apud* AQUAR, 2000, p. 91).

Portanto, é imprescindível a união, de forma multidisciplinar, no projeto de produtos industriais, das áreas de engenharia de desenvolvimento de produto, gestão industrial, marketing e design industrial.

Kindlein Júnior *et. al.* (2002a), fizeram uma experiência interdisciplinar buscando a sinergia entre estudantes de graduação em Engenharia de Materiais da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS) e estudantes de graduação em Design Industrial da Universidade Luterana do Brasil (ULBRA). Observou-se, neste estudo, que os estudantes de engenharia possuem grande facilidade na seleção de materiais para peças mecânicas como engrenagens, eixos, mancais, etc., o que não ocorre com produtos de “formas orgânicas”. Sabe-se que os designers freqüentemente utilizam-se destas formas, especialmente quando inspirados nas encontradas na natureza. A importância da necessidade de conhecimentos técnicos, por parte dos designers, também foi uma das conclusões obtidas pela experiência.

Amaral e Rozenfeld (2001) discutem a questão da comunicação entre os diferentes profissionais que participam do projeto de produtos, e mostram um modo de gerenciar os inúmeros conhecimentos envolvidos. É fácil imaginar a dificuldade deste gerenciamento quando vários profissionais, com formações muitas vezes bastante diferenciadas, precisam chegar a um resultado comum. Essa problemática volta-se à formação de cada indivíduo, onde a busca constante de novas informações (fundamentada pela atividade de pesquisa) e a habilidade de trabalhar em equipe, de maneira multidisciplinar, passa a ser uma característica necessária para qualquer indivíduo envolvido nesta atividade.

Segundo Librelotto *et al.* (2000), a problemática do ensino superior vem sendo discutida há muito tempo, ganhando destaque recentemente, não só no meio acadêmico, mas também na sociedade em geral. Dentre os diversos assuntos, alguns influem diretamente na qualidade do ensino, consequentemente na impossibilidade de uma mudança de paradigma como o exposto anteriormente. Cabe ressaltar que, conceitualmente, existe distinção entre ensinar e educar, onde o segundo busca a promoção do desenvolvimento integral e harmônico das capacidades físicas, intelectuais e morais, enquanto que ensinar apenas abrange a transmissão de conhecimentos, sendo relacionado a atividades como: instruir, adestrar e treinar.

No momento em que um profissional percebe os inúmeros fatores intervenientes ao seu trabalho (neste caso específico, projeto de produtos), verifica que não basta ter sido *treinado* nas tecnologias atuais (atualmente a tecnologia evolui com incrível velocidade, tornando obsoleto *hoje* o que *ontem* era de última linha); não basta ter sido *instruído* sobre qual

processo fabril é mais adequado para determinado material (a constante descoberta de novos materiais leva à constante necessidade de incrementos e/ou busca de novos processos fabris); não basta ter sido *adestrado* a responder rapidamente qual é o custo das várias peculiaridades que envolvem um projeto (com a globalização da economia, uma matéria-prima que hoje é comprada por alguns centavos de dólar, amanhã, devido a uma crise qualquer, pode se tornar inviável); e assim por diante.

Percebe-se, desse modo, que os projetistas necessitam acima de tudo de uma educação voltada ao trabalho em equipe, onde se possa “somar” capacidades e talentos individuais e direcioná-los para um objetivo comum. Isso remete à criação de ferramentas e métodos que auxiliem a equipe na tarefa de gerenciar os conhecimentos, estabelecendo meios para priorizar aspectos mais importantes em determinados momentos do projeto.

## 1.8 Os limites da pesquisa

As limitações desta pesquisa referem-se ao modo como cada indivíduo percebe as correlações existentes nos fatores que fazem parte do método. Sabe-se que o ambiente de desenvolvimento de produtos difere significativamente de uma empresa para outra; nesse caso específico, de uma universidade para outra, e de um curso para outro. Logo, as constatações resultantes do estudo de caso apresentado nessa tese são válidas de acordo com as seguintes delimitações:

- a pesquisa prática foi realizada em turmas de alunos do curso de Design Industrial da UNIVALI (Universidade do Vale do Itajaí); a validação do método está delimitada em um estudo dentro da universidade. Logo, o método não foi testado em nenhuma empresa de projeto de produtos;
- pelo fato de o grupo de estudo tratar-se de estudantes, alguns fatores poderão ter uma abordagem mais superficial do que a necessária em uma aplicação real, onde recorre-se com mais frequência a opinião de especialistas; e
- o grupo de estudo restringe-se ao estado de Santa Catarina, podendo apresentar, devido a isso, alguma influência regional, principalmente nos fatores mercadológicos, sociais (culturais) e econômicos.

## **1.9 Organização do documento**

Essa tese está organizada em 8 capítulos. O capítulo 1 apresenta a introdução, com a apresentação do problema, seus objetivos e limitações.

O capítulo 2 engloba a metodologia utilizada na pesquisa. O capítulo 3 apresenta uma revisão bibliográfica dos principais métodos, ferramentas projetuais e técnicas de criatividade que podem ser usados com o método desenvolvido nessa tese (MAEM-6F). O capítulo 4 desdobra o método MAEM-6F, mostrando seus principais elementos, desdobramentos e inter-relacionamentos, tanto os que ocorrem em um mesmo grupo de fatores, quanto os que ocorrem entre os grandes grupos.

O capítulo 5 apresenta a primeira etapa da pesquisa de campo de validação do método, com análise de 11 trabalhos finais de graduação. As conclusões obtidas dessa aplicação, resultaram nas planilhas eletrônicas (quadros auxiliares) apresentados no capítulo 6.

O capítulo 7 apresenta a segunda etapa da pesquisa de campo, com validação em trabalhos finais de graduação e em produto projetado e confeccionado na UNIVALI. O capítulo 8 apresenta as conclusões e recomendações para trabalhos futuros. Segue referências, apêndices e anexos.

## **2. METODOLOGIA DA PESQUISA**

### **2.1 Classificação / tipo de pesquisa**

Conforme explica Costa (2001), o homem utiliza em sua vida quatro tipos de conhecimentos: filosófico, teológico, empírico e científico. À medida que vai aumentando seus conhecimentos, através da obtenção de informações e troca de experiências, o homem vai aumentando seu repertório. Quando se depara com alguma situação no qual não possui repertório suficiente para entender o que está ocorrendo, cria-se uma indagação, um desconforto, e o homem busca uma solução. A pesquisa é, portanto, a busca dessa solução.

Para Marconi e Lakatos (1999), o ponto de partida de uma pesquisa encontra-se em um problema, que após definido, examinado, avaliado e analisado criticamente, conduz o pesquisador a uma solução.

A pesquisa científica trabalha com demonstração, verificação e reprodutibilidade. Logo, utiliza apenas os conhecimentos científicos. Esses conhecimentos são utilizados de forma sistemática, no sentido de que as idéias, conceitos, teorias e recursos de que se vale o pesquisador, pertencem todos a mesma família lógica, de declarações e conclusões.

Existem várias classificações de tipos de pesquisas. Esse trabalho utiliza a pesquisa bibliográfica (serve como primeiro passo para se determinar em que estado se encontra atualmente o problema) e pesquisa de campo (emprego de técnicas para coleta de dados e determinação da amostra). Como técnicas de pesquisa, emprega entrevistas e questionários.

De acordo com Barbetta (2003), a elaboração de um questionário de pesquisa envolve alguns procedimentos, como: separação das características a serem levantadas, revisão bibliográfica para verificar a maneira de mensurar adequadamente as características, estabelecimento da forma de mensuração das características a serem levantadas, elaboração de uma ou mais perguntas para cada característica a ser observada e verificação da clareza das perguntas.

Desse modo, inicialmente na pesquisa separou-se como variáveis os seis grupos de fatores comentados anteriormente e, para cada um deles, fez-se uma pesquisa bibliográfica, resultando nos desdobramentos. À seguir, estudou-se a mensuração das características, chegando-se na conclusão de que essa pesquisa trabalhará com variáveis qualitativas e quantitativas.

## **2.2 Pesquisa inicial para definir a relevância do tema da tese**

Ao tomar a decisão de comprar um produto, o consumidor depara-se, em geral, com uma quantidade significativa de modelos e marcas diferentes. Sendo assim, por que, dentre tantos modelos disponíveis, os consumidores escolhem um?

Para tentar encontrar respostas para esta questão, elaborou-se, nos períodos de Agosto a Dezembro de 2000, e de Março a Junho de 2001 (equivalentes ao período letivo de 2000.2 e 2001.1 da UNIVALI), uma pesquisa exploratória, cuja finalidade, segundo Costa (2001), é a identificação e construção de hipóteses. Esta pesquisa foi realizada através de um questionário aplicado aos alunos na forma de uma atividade curricular. Ao final, todos elaboraram um pequeno relatório com as observações verificadas. O questionário usado foi simples, pois tinha por objetivo apenas ver quais fatores eram mais importantes na hora da compra de um produto, e quais poderiam influenciar negativamente (caso o produto não fosse comprado).

Deixou-se deixar livre o tempo destinado ao preenchimento e entrega do questionário, estabelecendo-se apenas a necessidade dele ser entregue no período letivo corrente. Desta forma, cada estudante teve até 15 semanas para escolher um produto que realmente quisesse comprar. O objetivo com isso era de que, cada um, realmente fosse às lojas com a intenção de comprar determinado produto, o que seria uma garantia da veracidade das informações obtidas pelo questionário (válido também para o caso daqueles que desistiram de comprar o produto). O apêndice 1 mostra o modelo de questionário que foi utilizado em ambos os semestres e os resultados obtidos com a pesquisa.

## **2.3 Local, população e amostra da pesquisa**

No ano de 1999, trabalhando com a disciplina “Projeto de Produtos” do curso de Design Industrial da UNIVALI (conforme ilustra a estrutura curricular mostrada no anexo A), quando detectou-se a dificuldade, por parte dos alunos, de determinar e selecionar, com convicção, os materiais que seriam utilizados em seus projetos.

Através de pesquisas bibliográficas, constatou-se que não havia um método adequado para escolha de materiais que pudesse ser aplicado após a etapa de geração de alternativas. Outra conclusão importante dessa pesquisa inicial, é que todo projeto de produto deve abordar, pelo menos, constatações fabris, mercadológicas, ergonômicas, econômicas, ecológicas e estéticas.

O passo seguinte foi a realização de uma pesquisa entre os alunos da disciplina “Materiais e Processos”, que justificou a necessidade de confecção de um método para auxiliá-los a escolher o material dos produtos de seus projetos. Os resultados desta pesquisa são mostrados no item 2.2.

Em paralelo, deu-se continuidade à pesquisa bibliográfica, com o objetivo de estabelecer uma linha teórica delimitando cada um dos fatores comentados anteriormente. Esta linha delimitadora é mostrada no capítulo 3.

Após a conclusão do modelo conceitual, com o estabelecimento da delimitação de cada desdobramento, partiu-se para a pesquisa de campo, dividida em duas etapas. A primeira, com o método ainda em fase de montagem, foi aplicada nas turmas de Design e Meio Ambiente (sétimo e oitavo período), concretizando-se com a análise dos resultados dos TGIs (Trabalhos de Graduação Interdisciplinares) apresentados em Dezembro de 2002, mostrada no capítulo 4. Como consequência, ocorreram ajustes no método, culminando na elaboração das planilhas eletrônicas mostradas no capítulo 5.

Na segunda etapa da pesquisa de campo, o método foi aplicado novamente para estudantes de Design e Meio Ambiente, nos dois períodos consecutivamente. Também foi sugerido como parte da avaliação final da disciplina (não deixando o uso livre, como da vez anterior). A etapa concretizou-se pela análise dos novos TGIs (apresentados em Julho de 2003), resultando no método final. Esta etapa é mostrada no capítulo 6.

## **2.4 Etapas do processo de pesquisa**

Essa pesquisa teve como principais etapas:

- Levantamento de dados e coleta de informações: os dados foram coletados através de pesquisas bibliográficas e de campo. As técnicas usadas na pesquisa de campo foram questionários e entrevistas;
- Elaboração do material de apoio: através das informações coletadas na pesquisa de campo exploratória (conforme item 2.2), desdobrou-se os fatores através de estudos bibliográficos que contemplaram obras diversificadas (teses, dissertações, monografias, livros técnicos, anais, revistas técnicas, catálogos de fabricantes, etc.) abordando os temas: materiais, processos, projeto de produtos e design.
- Análise das informações coletadas: através da pesquisa bibliográfica, o modelo MAEM-6F adquiriu forma, correlacionando todos os desdobramentos de um mesmo fator entre si e, posteriormente, correlacionado-os entre os seis grandes grupos.
- Elaboração do método MAEM-6F: após a primeira verificação prática do método, aplicada em uma amostra de 11 estudantes (que representaram 40% da população de formandos do semestre em questão), elaborou-se o método na íntegra, confeccionando-se planilhas eletrônicas para orientar a aplicação do método.
- Análise da nova formulação do método: a nova versão foi aplicada para 6 estudantes (representando também 40% da população de formandos do semestre em questão) e também aplicada em um dos laboratórios da universidade para escolha de materiais de um produto projetado e fabricado no laboratório.
- Validação: com os dados coletados validou-se o método, pois os objetivos pretendidos foram alcançados.

A figura 1 ilustra o procedimento metodológico adotado nesta tese.



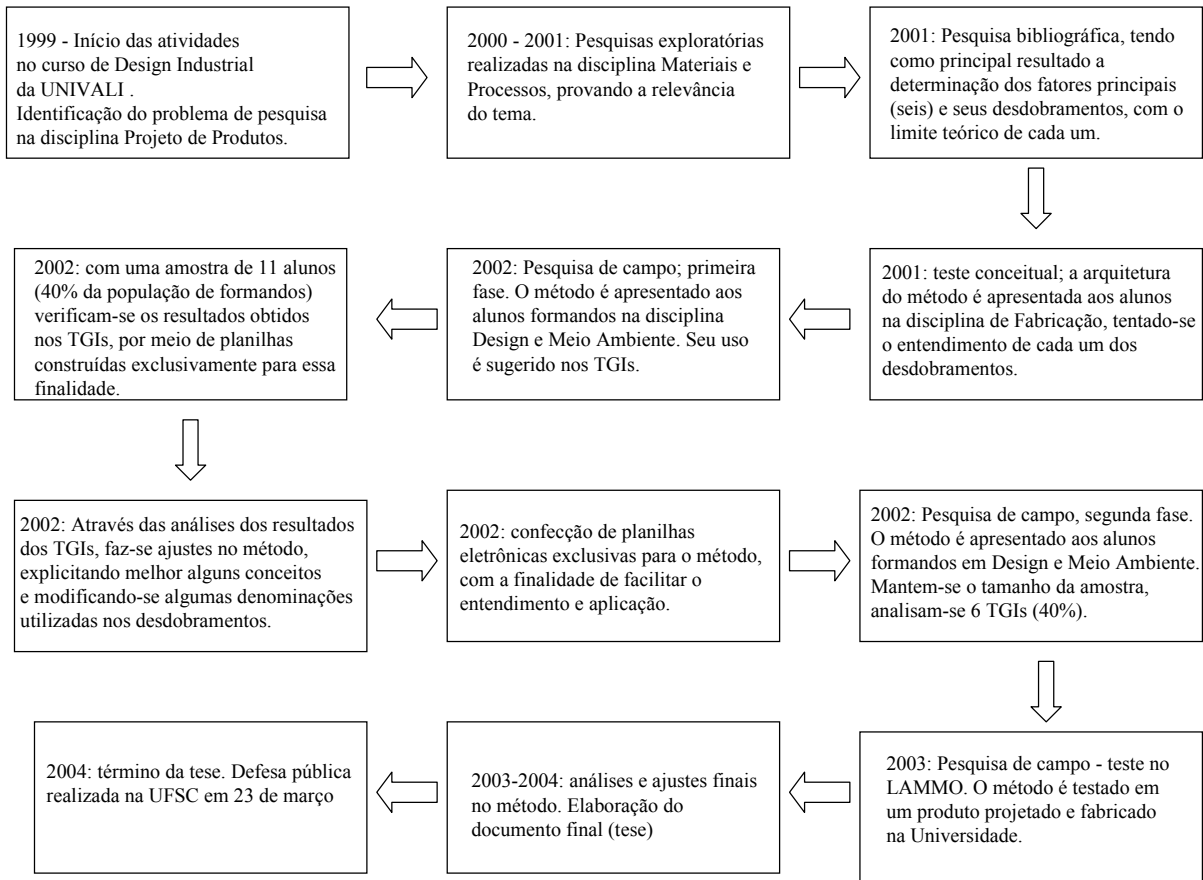


Figura 1. Procedimentos metodológicos adotados na tese.

### **3. MATERIAIS E PROCESSOS NO PROJETO DE NOVOS PRODUTOS: REVISÃO BIBLIOGRÁFICA**

Para Dimancescu e Dwenger (1997), o projeto de novos produtos é fator decisivo para uma empresa, tendo influência direta em suas perspectivas futuras. Os autores mostram uma pesquisa, realizada nos Estados Unidos, na década de 90, onde 80% dos novos produtos lançados nos países industrializados foram fracasso de vendas. Essa constatação é reforçada por Baxter (1998), através de pesquisas realizadas em mais de 500 produtos, cuja “curva de sobrevivência de novos produtos”, desde a primeira idéia até se chegar a produtos lucrativos, apresentou uma taxa de mortalidade de 95%.

De acordo com Casarotto Filho *et. al.* (1999), o fracasso de venda dos novos produtos é ocasionado, dentre diversos fatores, pela necessidade de mudança rápida observado na década de 90: “[...]superando a década de 80 ou a Década da Qualidade, a década de 90 iniciou como a Década da Responsividade, ou seja, a década da resposta rápida. Uma das respostas rápidas é a mudança rápida, especialmente na introdução de novos produtos.” (CASAROTTO FILHO *et. al.*, 1999, p. 112). Com isso constata-se que no momento em que exige-se um encurtamento drástico do tempo disponível para projeto e lançamento de novos produtos, se a equipe de projeto não estiver preparada para gerenciar todas as informações necessárias, as chances de se lançar produtos que não atendam as reais necessidades do público-alvo são elevadas.

Assim, pode-se constatar que a baixa taxa de aceitação dos novos produtos está diretamente relacionada ao perfil do consumidor do século XXI, descrito segundo Morrinson (1997) como: mais inteligentes, mais ricos, mais exigentes e com altas expectativas de qualidade, serviço e design, além de desejarem preços baixos.

Dentro deste contexto, a atividade de seleção de materiais exerce forte influência, pois o material escolhido deve se adequar perfeitamente ao conjunto de atributos esperados pelo produto, levando a uma lista extensa de requisitos, desde a forma desejada, passando por

aspectos como o respeito ao meio-ambiente, usabilidade, até a viabilidade econômica. Engloba-se nesses atributos também aspectos simbólicos, como a mensagem a ser transmitida pelo produto, comunicada exteriormente pelos materiais que são utilizados em sua superfície.

Com tantas variáveis a serem consideradas, medir a eficiência do processo de desenvolvimento de produtos não é tarefa fácil, pois não há concordância na literatura sobre os indicadores de desempenho a serem usados. Griffin e Page (1993) estabelecem como principais indicadores do processo de desenvolvimento de produtos os seguintes critérios: aceitação do consumidor, metas de vendas, crescimento da fatia de mercado atingida, tempo de retorno do investimento, metas de lucratividade, custo do desenvolvimento, lançamento no tempo planejado, nível de desempenho do produto, e porcentagem de venda dos novos produtos.

Já Driva *et. al.* (2000) enumeram os indicadores mais usados pelas empresas (em porcentagem de uso), buscando um modo de medição da eficiência do seu processo de design. Estes indicadores são mostrados na figura 2.

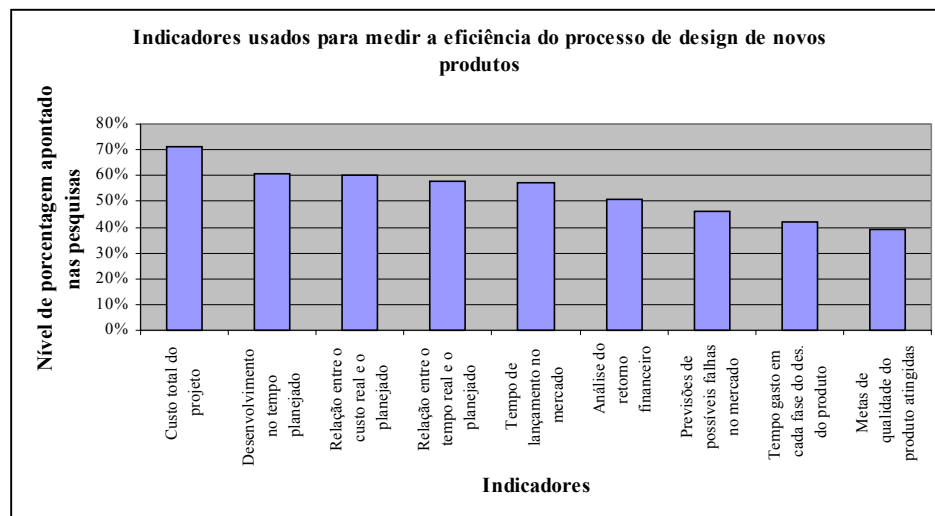


Figura 2. Indicadores usados para medir a eficiência do processo de projeto de produtos. Fonte adaptada: Driva *et. al.* (2000).

Observa-se, pela figura, que a escolha do material relaciona-se com todos os indicadores. A razão da importância da escolha do material que será utilizado pode ser explicada por Manzini (1993), quando afirma que, para um produto, já não há apenas um material que se mostra como uma escolha óbvia, quase obrigatória; existem agora muitos materiais diferentes que podem atender as necessidades esperadas.

Considerando a lista de aspectos de Back (1983) para uma seleção adequada de materiais (propriedades mecânicas e físicas, processos de fabricação, suprimentos, custos, certificações, acabamentos e reciclagem), nota-se que, com um bom trabalho de pesquisa, é possível obter-se uma lista extensa de materiais que apresentarão características suficientes para o produto que está sendo projetado. Logo, a escolha do material pode ser enfocada como a definição de *qualidade* para Juran, ou seja, *adequação ao uso* (SANTOS, 2000b).

Dentro do enfoque de adequação ao uso, cabe ressaltar, entretanto, que serão encontrados muitos materiais diferentes (porém com propriedades e características semelhantes), cuja seleção deve ser realizada através de critérios bem definidos de desempenhos esperados e de relações de custo/benefício.

### **3.1 Projeto de produtos: uma visão geral**

Para Baxter (1998), as atividades de desenvolvimento de um novo produto requerem pesquisa, planejamento cuidadoso, controle meticuloso e uso de métodos sistemáticos, exigindo uma abordagem interdisciplinar (atividades de marketing, engenharia de produtos e processos, aplicação de conhecimentos sobre estética e estilo, etc.). Neste processo, torna-se necessário a integração entre as ciências sócio-econômicas, tecnologia e arte aplicada.

Na definição de Back e Forcellini (1999a) mostrada no item 1.2, observa-se que a palavra “restrições” aparece duas vezes, deixando claro a complexidade de atuação em um ambiente repleto de restrições, sem que ocorra a inibição da criatividade. O gerenciamento das restrições projetuais é considerado como uma das mais graves deficiências de profissionais em início de carreira, fato este comum, especialmente devido ao modo de aprendizagem vivenciada por estas pessoas, enquanto estudantes.

Em razão do modo como se apresenta a estrutura dos cursos de graduação (geralmente em blocos, com disciplinas trabalhando isoladamente das demais), os estudantes carecem da noção clara da interdisciplinaridade. É comum, no ambiente acadêmico, os questionamentos do porquê determinada disciplina está no programa, qual a relação desta disciplina com a vida profissional futura, etc.. Em Librelotto *et al.* (2000), esse tipo de problema é abordado com ênfase no curso de Engenharia Civil e Santos *et al.* (2003) estudam o caso em um curso de

Design Industrial. Ambos os estudos concluem ser difícil o entendimento pleno da interdisciplinaridade, sem uma mudança profunda na estrutura dos cursos de graduação.

Estas conclusões tem por base a necessidade atual de os profissionais que trabalham com projeto de produtos precisarem ser, mais do nunca, interdisciplinares. Caso contrário, não conseguirão contornar as inúmeras restrições impostas, sejam estas advindas do mercado, dos consumidores, de questões financeiras, e assim por diante.

Back e Forcellini (1999a) explicam que o projeto de um produto está embutido em um processo mais abrangente, denominado desenvolvimento do produto, que engloba o desenvolvimento do projeto de um novo produto juntamente com o planejamento para sua produção, distribuição, vendas, utilização e descarte.

O projeto de produtos abrange as atividades de especificações (análise do problema, coleta de informações, definição das funções, propriedades e restrições); projeto conceitual (geração e avaliação de soluções gerais, concepções); projeto preliminar (escolha da concepção e refinamento desta) e projeto detalhado (forma, dimensões, tolerâncias, propriedades superficiais, materiais e todas as partes individuais especificadas em desenhos de montagem, desenhos de detalhes e listas de partes).

Cada produto tem seu ciclo de vida e a inovação pode ser classificada de três modos: reposicionamento, renovação e inovação. Isso depende do tipo de obsolescência a que o produto está sujeito, e também do tipo de consumidor, classificado segundo a Teoria da Hierarquia de Necessidades, de Maslow, conforme mostra a figura 3.



Figura 3. Pirâmide de Maslow.  
Fonte: Guimarães (2002).

Assim, por exemplo, um produto projetado para atender necessidades fisiológicas, possui um tipo de obsolescência física. A possível “perda” de mercado pode ser combatida com um reposicionamento do produto. Nestes casos, o custo, tempo, evolução estética e tecnologia empregados são baixos. Já, produtos projetados para atenderem necessidades um pouco mais elevadas segundo a pirâmide (como as de segurança e participação), sofrem obsolescência tecnológica. Para estes produtos, é necessário uma reinovação, onde o custo e o tempo podem ser baixos, mas a tecnologia e a inovação estética são altos.

Os produtos feitos para atenderem as necessidades mais elevadas (estima, prestígio e auto-realização) são de pequeníssimo tempo de vida, pois padecem de obsolescência estética. Estes produtos, uma vez considerados obsoletos pelos consumidores, necessitam de uma real inovação. Nestes casos, o custo, tempo e, principalmente, inovação estética são altos.

Com base na pirâmide de Maslow, que estabelece uma ordem hierárquica e seqüencial, Juran e Gryna (1992) estabelecem as necessidades dos clientes, ou seja, o modo como a equipe de projeto deve interpretar as necessidades de seu público-alvo:

- necessidades manifestas: as pessoas, em geral, manifestam suas necessidades de acordo com seus pontos de vista, em termos de bens que desejam comprar;
- necessidades reais: são os serviços proporcionados pelos bens adquiridos. Por exemplo, alguém pode pedir um automóvel, mas o que ele realmente está querendo é transporte, conforto e status;
- necessidades latentes: o consumidor pode vir a ser “informado” que irá precisar de determinado produto;
- necessidades culturais: em virtude de crenças, hábitos, práticas, rituais, tabus, etc.. Qualquer mudança que afeta esses itens enfrenta grande resistência. Estas obrigam a uma “leitura” mais profunda das necessidades declaradas, pois o público consumidor, pode evitar declarar que tem determinada necessidade;
- necessidades atribuídas a usos inesperados: falta de treinamento, manuais de informações incompletos ou mal escritos, etc.; e
- necessidades dos clientes relativas à satisfação com o produto: são aquelas referentes ao desejo dos clientes de que suas necessidades sejam plenamente atendidas pela aquisição de determinados produtos.

Para Casarotto Filho *et. al.* (1999) a abordagem atual refere-se à administração de projetos, onde as empresas, ao buscarem a competitividade, devem possuir uma alta capacidade de mudança, para se adaptarem ao meio ambiente dinâmico na qual estão inseridas. No ambiente industrial, isso significa mudar produtos, mudar processos, mudar padrões administrativos, etc., sempre no menor tempo possível. Como mudança remete a necessidade de projeto, os autores recomendam a engenharia simultânea (*concurrent engineering*) como forma de introduzir novos produtos em um espaço de tempo cada vez menor. Assim, não há como separar-se as atividades de projeto do produto e de projeto do processo.

### **3.2 Métodos e ferramentas projetuais desenvolvidas para auxílio aos projetistas**

Yohikawa (1989) classifica as metodologias de projeto de produtos em cinco correntes: semântica (ênfase na funcionalidade do sistema técnico – aspectos estáticos); sintática (ênfase nos procedimentos adotados, é metódica – aspectos dinâmicos); historicista (ênfase no conhecimento disponível sobre o assunto em estudo); psicológica (ênfase na criatividade durante o processo); e filosófica (ênfase nos aspectos do pensamento humano).

De maneira tradicional, as equipes de projeto costumam abordar as metodologias de modo sequencial, ou seja, somente passando para a etapa seguinte no momento em que a anterior tenha sido inteiramente completada. Este procedimento, de acordo com Back e Forcellini (1999a), pode ocasionar atrasos, erros, baixa qualidade e custo elevado, pois obriga a equipe de projeto a separar tarefas, promovendo o isolamento de designers, engenheiros do produto e produção, administradores, técnicos em geral, etc.. Logo, um procedimento de desenvolvimento de produtos ideal é aquele no qual as atividades, nos sucessivos estágios, sejam integradas e parcialmente sobrepostas.

Dentro desse contexto, é importante salientar que a maioria das metodologias disponíveis na bibliografia abordam todo o processo de desenvolvimento de produtos, ou seja, basicamente projeto conceitual, projeto preliminar e projeto detalhado, inseridos dentro do ciclo de vida do produto, que envolve todas as etapas e atividades necessárias para tornar concreto um produto.

Conforme explicam Daré *et. al.* (2000), o projeto ou desenvolvimento completo acaba por contribuir para a implementação de um ambiente favorável à engenharia simultânea,

eliminando as barreiras entre projeto e fabricação, típicas de um processo tradicional, de forma seqüencial, de desenvolvimento.

Segundo Valeri (2000), o procedimento seqüencial adotado pelas metodologias tradicionais melhora o controle de risco, porém traz pouca integração entre atividades e pessoas envolvidas no processo, gerando uma série de problemas, tais como: constantes mudanças no projeto em virtude de problemas identificados tardiamente; linearidade das fases ocasionando que uma parte significativa (50% a 80%) dos custos de manufatura seja decidida antes dos engenheiros de produção começarem a fazer parte do projeto; prazo final de lançamento não sendo cumprido (o que compromete a receptividade pelo público-alvo); e pouca atenção dada para os processos de fabricação nos estágios iniciais de projeto, o que leva à alterações caras em ferramentas e equipamentos.

A engenharia simultânea tem como objetivo a redução, ou mesmo eliminação destes problemas. Conforme se observa, o procedimento seqüencial do processo de design necessita que, ao final de cada etapa, se faça uma análise e se avalie a possibilidade, ou não, da continuação do projeto em questão. Estas análises, de acordo com Valeri (2000), são tomadas do ponto de vista estratégico, de marketing, de engenharia, de manufatura, finanças e de qualidade.

No entanto, sob a óptica da engenharia simultânea, as análises são realizadas paralelamente, encurtando o tempo gasto e promovendo o diálogo entre os profissionais envolvidos no processo. Segundo Dowlatshahi (1994), existem basicamente cinco abordagens para a engenharia simultânea: sistemas de informações (software design), integração CAD/CAM, engenharia para o ciclo de vida do produto, DFA/DFM e mudanças organizacionais e culturais. Todas as abordagens levam a pelo menos dois benefícios evidentes: redução do *leadtime* de desenvolvimento de produtos e redução geral dos custos.

Para Hull *et. al.* (1996) a engenharia simultânea reduz também os chamados custos de oportunidade, ou seja, aqueles que ocorrem quando os produtos são tecnicamente perfeitos, mas pecam nos ambientes fabris e de marketing. Estes custos são bastante significativos, pois ao chegar “atrasado” no mercado, o produto acaba por perder uma porção considerável de clientes.

Sucintamente, o quadro 1 apresenta algumas metodologias tradicionais, destacando a fase onde ocorre a seleção dos materiais que serão utilizados.



Modelo	Etapas principais	Escolha dos materiais
Asimov (1962)	A partir da necessidade primária divide-se o modelo geral em duas etapas: fases primárias do projeto (estudo de exequibilidade, projeto preliminar, projeto detalhado) e fases relacionadas com o ciclo de produção – consumo (planejamento para a produção, planejamento para a distribuição, planejamento para o consumo e planejamento para a retirada).	Projeto preliminar.
Coryell (1967)	Apresenta uma sistemática de projeto composta de doze etapas: revisão dos requisitos, criatividade, avaliação da análise preliminar, análise de soluções, refino do projeto, leiaute do projeto, revisão de projeto, projeto detalhado, análise detalhada, desenvolvimento de modelos e protótipos, revisão e avaliação do protótipo, suporte à fabricação.	Análise de soluções.
VDI 2221 (1985)	Elaborada pela Sociedade de Engenheiros Alemães, divide o projeto em sete passos: estabelecimento da formulação da tarefa, verificação das funções e suas estruturas, pesquisa dos princípios de solução e sua estrutura, estruturação em módulos realizáveis, configuração dos módulos principais, configuração do produto final, e fixação das informações de execução e de uso.	Configuração dos módulos principais.
Pahl e Beitz (1988)	É considerada uma abordagem clássica na área e estabelece o processo de projeto em quatro fases principais: definição da tarefa (resultando na elaboração da lista de requisitos), concepção ou projeto conceitual (estrutura de funções, pesquisa por princípios de soluções, combinação dos princípios de solução através de matriz morfológica, seleção das combinações, concretização em variantes de concepção e avaliação das variantes de concepção), projeto preliminar ou de configuração e projeto detalhado.	Projeto preliminar.
Blanchard e Fabrick (1990)	O projeto é colocado como uma função do ciclo de vida de um sistema, iniciando com a identificação de uma necessidade e tendo como etapas subsequentes: planejamento, pesquisa, projeto (requisitos de projeto, projeto conceitual, projeto preliminar, projeto detalhado, suporte de projeto, desenvolvimento de protótipo/modelo, transição do projeto para a produção), produção, avaliação, uso do consumidor, suporte logístico e descarte.	Projeto preliminar.
Pugh (1991)	Conhecida por <i>Total Design</i> , procura colocar o projeto dentro de uma estrutura de planejamento e organização. Tem como fases: mercado, especificações, projeto conceitual, projeto detalhado, manufatura e vendas.	Especificações.

QUADRO 1. Metodologias tradicionais para o processo de projeto.

Fonte adaptada: Back e Forcellini (1999a).

Em Fiod Neto (1993) e Dufour (1996), encontram-se explicações sobre estas e outras metodologias de projeto, como:

- Método de Suh (1990): dá importância aos requisitos funcionais do projeto e estabelece um modelo axiomático genérico. Descreve o projeto em três passos fundamentais: definição do problema, processo criativo e processo analítico.
- Método de Chakrabarti e Bligle (1991): consideram a concepção de um produto como uma atividade recursiva ocorrendo através das etapas: definição inicial do problema, síntese de soluções parciais, avaliação das soluções encontradas e redefinição horizontal (funções parciais, divide o problema em partes) e vertical (refere-se ao problema como um todo).
- Método de Possamai (1992): propõe um trinômio necessidade – função – produto, em cinco etapas: análise do problema e determinação da função fundamental, determinação

das funções secundárias e restritivas, elaboração do modelo virtual do produto, elaboração de matriz morfológica com elementos de solução parcial e composição da solução com escolha da melhor alternativa.

### **3.2.1 Outros métodos para projeto de produto**

Devido a não existência de um modelo tradicional único, muitos projetistas e pesquisadores adaptaram-se a um método ou elaboraram seu próprio. Na realidade, os procedimentos sistemáticos objetivam orientar a ação dos projetistas e, com menor ou maior grau de detalhamento, gerenciar o projeto, diminuindo os riscos. Tendo por base métodos tradicionais, nos últimos anos surgiram novas abordagens, como as mostradas na sequência.

- MD3E – Método de Desdobramento em Três Etapas

Segundo Santos (2000a), o MD3E objetiva uma considerável redução das incertezas presentes em um projeto. O conhecimento dos riscos aumenta as chances de se obter um bom resultado, tendo vantagens sobre um processo conduzido de forma não estruturada. Cada uma das três etapas iniciais é desdobrada em mais três, que podem, dependendo da necessidade da equipe de projeto, serem novamente desdobradas em outras três, e assim sucessivamente (origem do nome do método), conforme ilustra a figura 4.

As interações entre as etapas (indicadas pelas setas) mostram que o processo, além de contínuo, também pode ser cíclico, com a volta às etapas anteriores para correção de eventuais problemas. Contudo, também mostra, que enquanto uma das três etapas não for totalmente explorada, não é aconselhável que se passe à etapa seguinte.

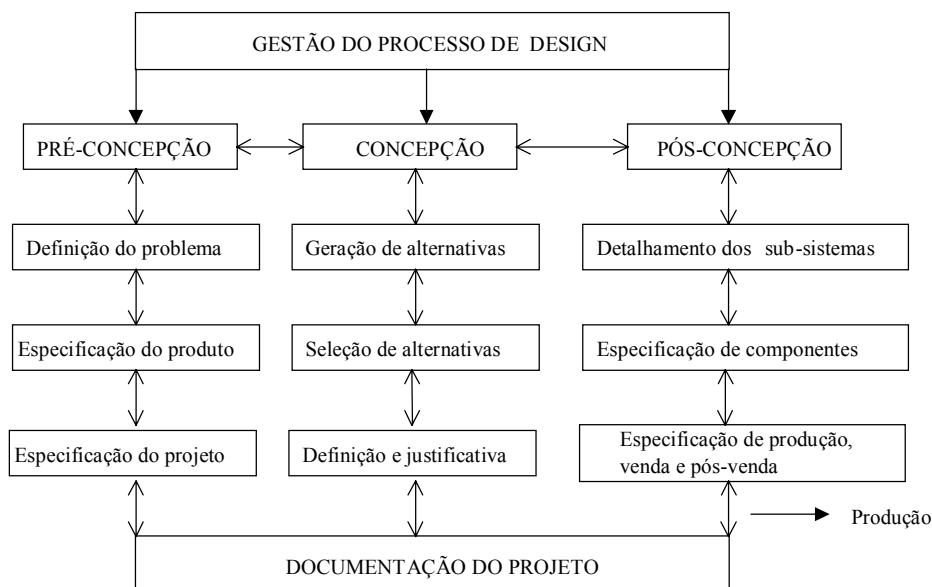


Figura 4. MD3E – Método de Desdobramento em Três Etapas.

Fonte: Santos (2000).

- RePMA – Metodologia de Reprojetos de Produtos para o Meio Ambiente

Segundo Bitencourt *et. al.* (2001), a RePMA caracteriza-se como uma metodologia de natureza prescritiva, pois enumera um conjunto de orientações e procedimentos que auxiliam a equipe encarregada do reprojetos do produto nas suas atividades de análise, síntese e avaliação. A RePMA possui enfoque ambiental, incorporando elementos que tratam sobre o impacto ambiental, desde a produção até o descarte. O enfoque inicial é a determinação da necessidade de reprojetos, através da sequência mostrada na figura 5.

- MDPA – *Methods for Design and Process Analysis*

Segundo Pereira e Manke (2001), a MDPA tem por objetivo identificar e transformar as necessidades dos clientes em características funcionais, traduzidas por especificações e tolerâncias adequadas às capacidades de processo, garantindo a qualidade do produto por meio de uma produção econômica. Tem como metas: redução dos custos do processo através das corretas especificações e alocações de tolerâncias; redução dos custos pelo projeto consistente (que relaciona a função solicitada com a facilidade de fabricação e montagem); e a promoção da integração das áreas (favorecendo a engenharia simultânea), aperfeiçoando a

comunicação e o compartilhamento das informações relevantes ao projeto. A figura 6 mostra a metodologia MDPA, com as ferramentas que lhe dão suporte.

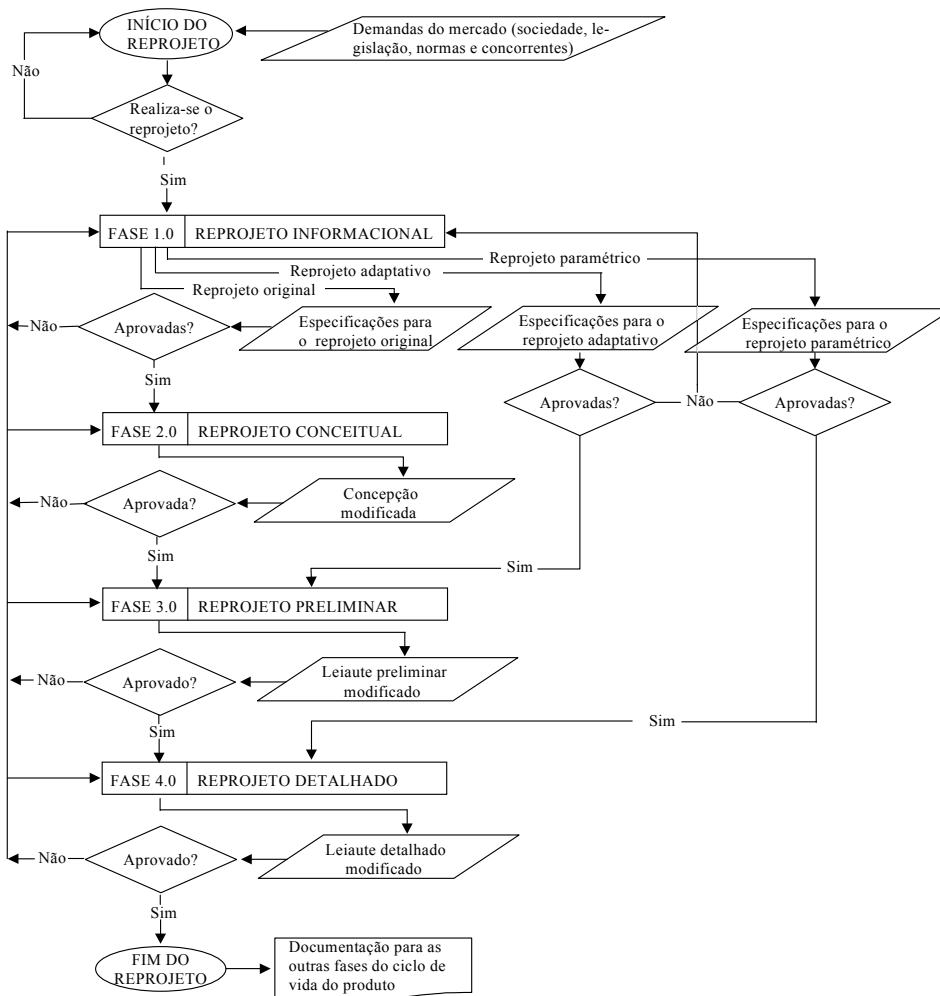


Figura 5. RePMA – Metodologia de Reprojeto de Produtos para o Meio Ambiente. Fonte: Bitencourt *et. al.* (2001).

- Metodologia de desenvolvimento de produtos baseada no estudo da biônica

Keidlein Júnior *et. al.* (2002b), desenvolveram uma metodologia para projeto de produtos, tendo como base o estudo da biônica. A natureza procura sempre o máximo de resistência, estabilidade e harmonia em suas formas.

A biônica procura transportar para a atividade de projeto de produtos a compreensão destas propriedades (estruturas, processos, funções, organizações, relações, etc.), tendo como resultado a solução de problemas. A figura 7 ilustra o modelo criado pelos pesquisadores do

Núcleo de Design e Seleção de Materiais (NdSM) da UFRGS, que tem como base projetual, a biônica.

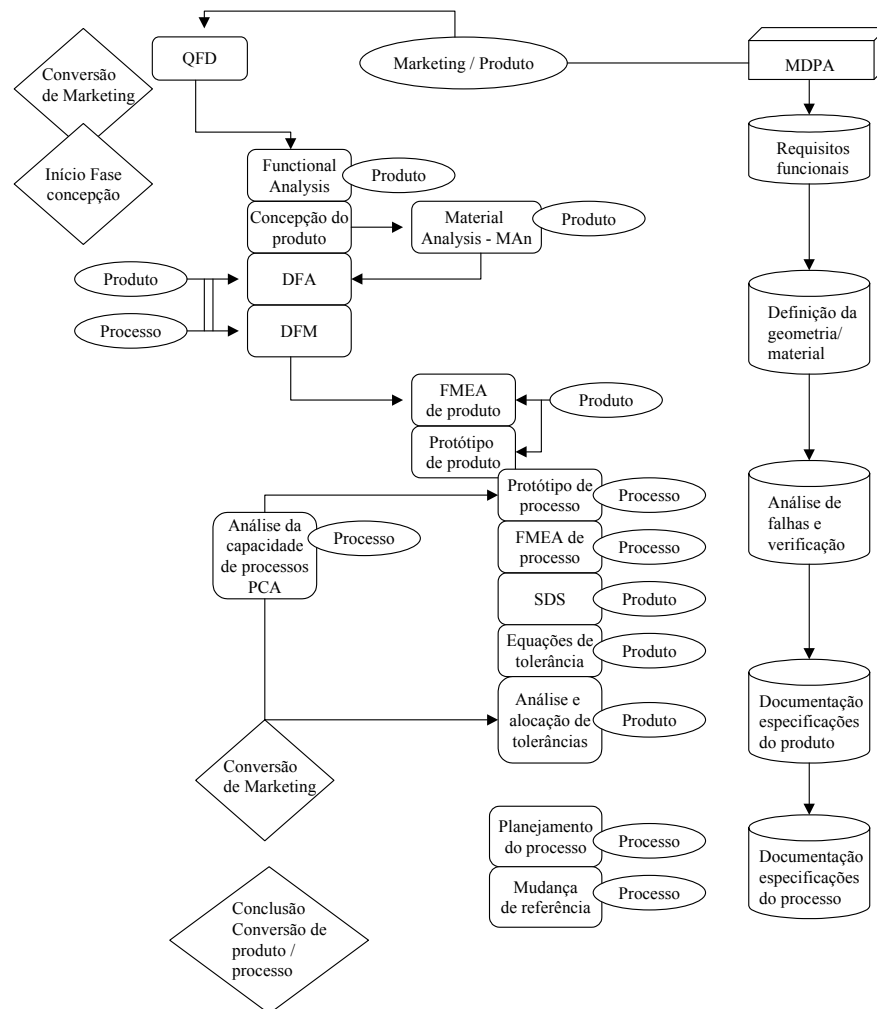


Figura 6. MDPA (*Methods for Design and Process Analysis*) e suas fases.

Fonte: Pereira e Manke (2001).

- Modelo geral para redesign de Dufour

Segundo Dufour (1996), através do estudo das diferentes metodologias elaboram-se procedimentos sistemáticos para a construção de um modelo geral para redesign. O autor desenvolveu o modelo geral para redesign baseando-se nas especificações para reprojetos de produtos de Hernández (1996), que estabelece como atributos de um produto: função, uso, produção/montagem, ergonomia/estética, comercial, manutenção/repairs, econômico/financeiro, segurança, ambiental/descarte e legal/normatização. Assim, utilizando-se de

metodologias como o DFE (*Design for Environment*) e DFA, parte-se do princípio de que a necessidade identificada visa a melhoria do produto. A figura 8 ilustra a idéia do autor.

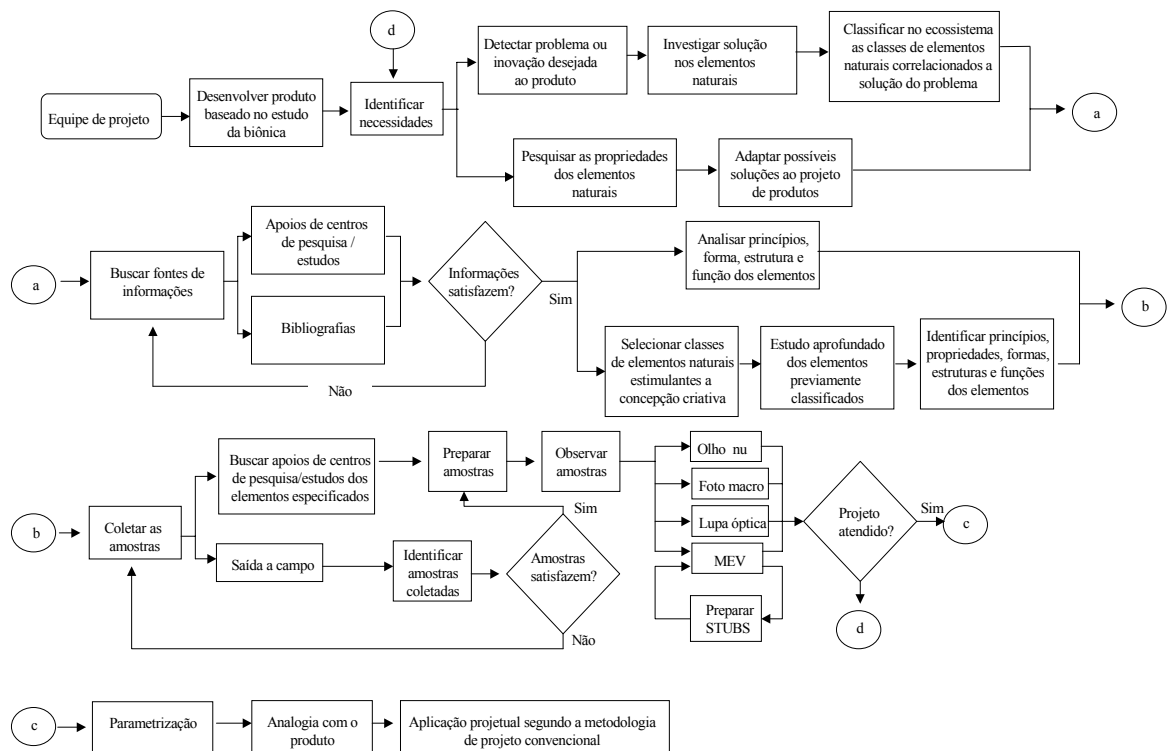


Figura 7. Metodologia para o desenvolvimento de produtos baseada no estudo da biônica. Fonte: Kendlein Júnior *et. al.* (2002b).

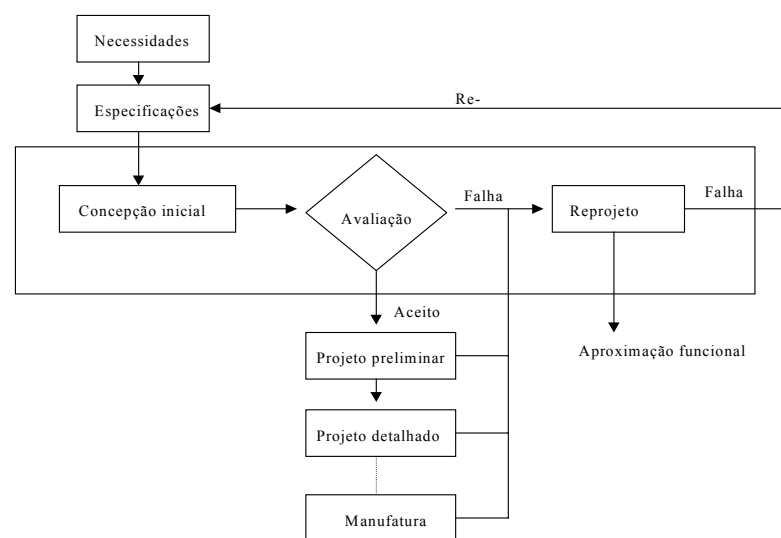


Figura 8. Modelo geral para redesign. Fonte: Dufour (1996).

### 3.2.2

### Ferramentas projetuais e técnicas de auxílio

O uso de metodologias ou procedimentos sistemáticos complementa-se com a aplicação, em diversas fases do projeto, de ferramentas projetuais, que objetivam promover, tanto a interdisciplinaridade da equipe de projeto, quanto à redução de fatores intervenientes. As ferramentas descritas na seqüência podem ser aplicadas em qualquer metodologia, sozinhas, ou em conjunto. Esta decisão caberá a equipe de projeto e, dependerá, entre outras coisas, do nível de complexidade do projeto. Na seqüência, apresentam-se ferramentas projetuais, ferramentas auxiliares e técnicas de criatividade, que poderão ser usadas conjuntamente com o método desenvolvido nesta pesquisa.

- **Ferramentas projetuais**

1. QFD – *Quality Function Deployment*

Uma das ferramentas projetuais mais bem aceitas atualmente é o QFD, ou Desdobramento da Função Qualidade, também conhecido como *casa da qualidade*. A definição do QFD assumida atualmente foi criada em 1972, com aplicações bem sucedidas nas empresas Mitsubishi e Toyota, sendo rapidamente difundido no Japão. Convém ressaltar que a corrente da Toyota (normalmente a utilizada nas indústrias), constitui-se de uma tabela bidimensional denominada matriz *o que/como*, não expressando a totalidade do QFD (OHFUJI, 1997).

A aplicação do QFD envolve as etapas mostradas na figura 9, onde inicialmente procura-se determinar as chamadas necessidades dos clientes (conforme mostra a seta).

Segundo Eureka e Eureka (1993), o QFD é um caminho sistemático, objetivando a garantia de que o desenvolvimento das características, especificações, processos e controles sejam orientados pelas necessidades dos clientes. Assim, com a aplicação do QFD, objetiva-se “ouvir” o que dizem os clientes, descobrir com exatidão seus desejos e utilizar um sistema lógico, determinando a melhor forma de satisfazer estes desejos, com os recursos existentes.

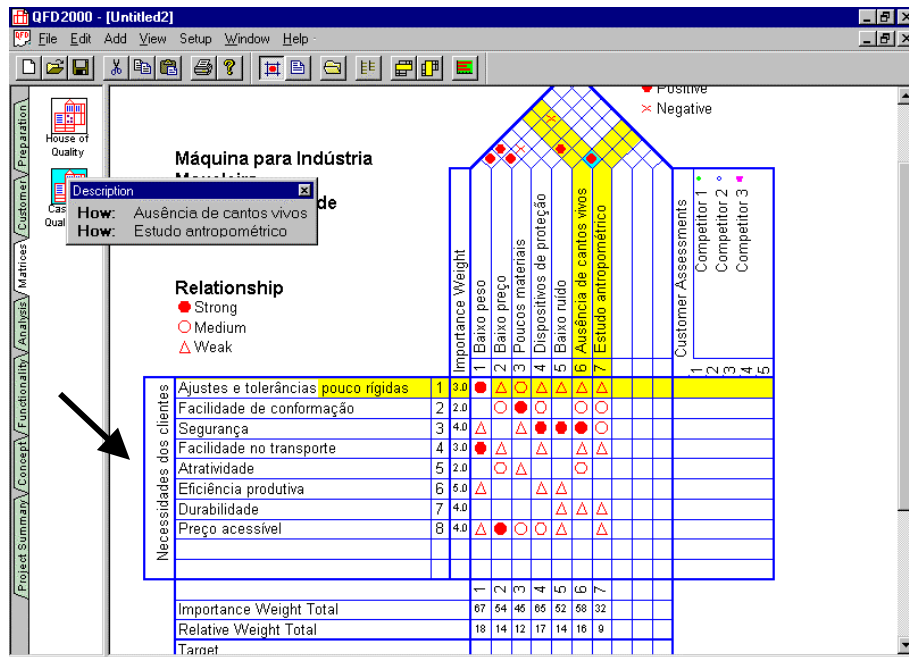


Figura 9. QFD (Desdobramento da Função Qualidade).

Fonte: exemplo demonstrativo elaborado pelo *software* QFD2000 for windows.

Para Ohfui (1997) existiram basicamente seis grandes equívocos em relação ao estudo e aplicação do QFD no Brasil: fazer do QFD uma simples elaboração de uma matriz que relaciona itens *o que* com itens *como*; considerar o QFD apenas como uma ferramenta da qualidade; ter dúvidas quanto ao uso, por acreditar que o QFD demora para ser implantado; separar QFD de TQM (Gestão da Qualidade Total) como se fossem “coisas” distintas; considerar o QFD simplesmente como um método para desenvolver novos produtos; e achar que a implantação do QFD resulta na necessidade de elaboração de numerosas matrizes.

A figura 10 mostra o modelo de Kano (BAXTER, 1998), que pode auxiliar na análise das necessidades obtidas junto aos vários tipos de clientes, sendo uma técnica amplamente usada com o QFD.

Observa-se que a qualidade obrigatória, quando suficiente, é considerada pelos clientes como óbvia, provocando uma grande insatisfação quando não atendida. A qualidade linear é aquela que provoca satisfação, quando for suficiente, e insatisfação quando insuficiente. É um atributo de desempenho, ou seja, quanto melhor, maior o nível de satisfação do cliente. Já a qualidade atrativa provoca uma grande satisfação nos clientes quando é atendida, podendo até ser aceita quando não atendida plenamente. Geralmente, são inovações no produto que muitas vezes excedem as expectativas dos clientes na hora da compra (ou do uso).



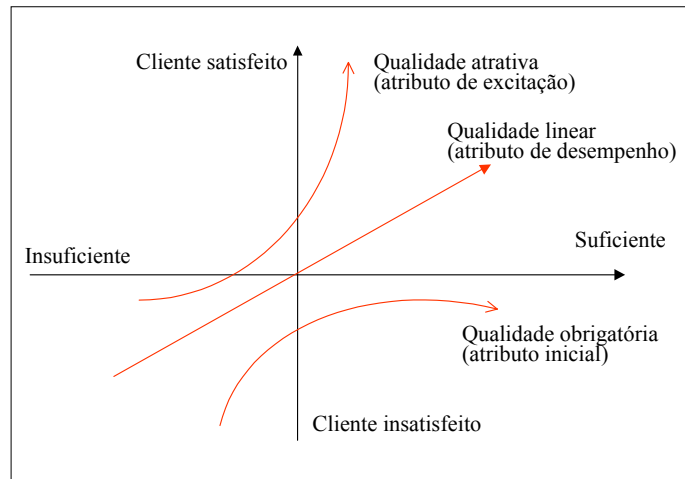


Figura 10. Modelo Kano.  
Fonte: Baxter (1998).

Esta “qualidade percebida” pelos clientes é de vital importância, podendo ser decisiva no momento da compra: “lembrei-me de um anúncio de um novo automóvel – na verdade o relançamento de um velho favorito; ele tinha setas apontando as novas características. Se você precisa de setas ..., entendeu?” (PETERS, 1997, p. 117).

Back e Forcellini (1999a) explicam que, após a conclusão da casa da qualidade, é necessário estabelecer-se a função técnica total, que consiste basicamente em relacionar objetivos, modo de medição (sensor) e as saídas indesejáveis originadas por cada um dos requisitos da qualidade. É importante ressaltar que a aplicação completa do QFD constitui-se de quatro casas da qualidade, sendo a primeira referente ao Planejamento do Produto, a segunda ao Desenvolvimento dos Componentes, a terceira ao Planejamento do Processo e a quarta ao Planejamento da Produção. O processo é realizado transformando-se os itens *como* da primeira matriz em itens *o que* da segunda matriz e assim sucessivamente.

## 2. DFA e DFM – *Design for Assembly* e *Design for Manufacture*

Segundo Back e Forcellini (1999b), o DFMA surgiu na Europa, nos anos 70 e, foi criado primeiramente dentro do conceito de projeto para manufatura e montagem, em virtude da necessidade do reprojetos de produtos, com o objetivo de automatizar a montagem, na época em que a automação da produção era a questão central das empresas em busca da competitividade, e havia muita dificuldade de se transmitir as necessidades presentes no chão-de-fábrica para os demais membros da equipe de projeto. A divisão em DFM e DFA

aconteceu de forma arbitrária, existindo algumas diferenças básicas que ajudam a compreender melhor o mérito de cada uma.

Basicamente, o DFA enfoca: consolidação das peças; montagem vertical com o auxílio da gravidade; uso de características de orientação e inserção de peças e revisão do projeto conceitual através do consenso da equipe de projeto (promovendo a engenharia simultânea). Já o DFM compara o uso de diferentes combinações de materiais e processos de fabricação selecionados para as partes de uma montagem, e determina o impacto do custo com o uso destes materiais e processos, ou seja, enquanto o DFM avalia cada peça em separado e recomenda peças simples, em substituição a uma peça de forma geométrica mais complexa (acarretando um aumento do número de peças), o DFA avalia todo o produto, não só as peças individualmente, e tende a simplificar a estrutura do produto, enquanto mantém o projeto flexível, procurando o mais eficiente uso da função do componente.

As abordagens são complementares, pois com a redução de componentes, as peças remanescentes tornar-se-ão mais complexas e caras conforme suas funcionalidades aumentem. Neste momento, o DFM contribui com a informação de viabilidade econômica das alternativas de projeto encontradas, através da aplicação do DFA.

A aplicação das técnicas DFA e DFM passa pelas etapas: minimização do número de peças em uma montagem; promoção da montagem modular ou com componentes-base; padronização de produtos; padronização de componentes; projeto de peças com características auto-fixadoras; montagem empilhada ou unidirecional; projeto de peças com características de auto-localização; minimização dos níveis de montagem; facilidade de manipulação das peças, projeto visando estabilidade; e otimização da sequência de montagem.

Guimarães (2002) apresenta algumas influências do uso do DFA na ergonomia de produtos. Segundo a autora, a abordagem DFA recomenda: evitar componentes escorregadios, delicados, flexíveis, muito pequenos ou muito grandes e que sejam perigosos de manusear; projetar componentes que reduzam a resistência à inserção e tenham chanfros para orientação da montagem; recorrer, sempre que possível, à padronização de componentes e processos; utilizar montagem piramidal (progressiva em torno de um eixo, preferencialmente de baixo para cima); e considerar que o custo de montagem tende a crescer da prensagem simples, para dobramento plástico, rebiteagem e por fim, colocação de parafusos.

### 3. FMEA – *Failure Mode and Effect Analysis*

Conforme Garcia (2000), a FMEA ou Análise do Tipo de Efeito de Falha, é uma ferramenta que busca evitar a ocorrência de falhas no projeto de produtos, aumentando a confiabilidade, especialmente quando aplicada também no projeto de processos. A norma QS9000 especifica a FMEA como uma das ferramentas necessárias para um fornecedor submeter seu produto à aprovação de empresas fabricantes. A FMEA pode ser aplicada para: diminuir a probabilidade da ocorrência de falhas em projetos de novos produtos ou processos; diminuir a probabilidade de falhas potenciais em produtos/processos em operação; aumentar a confiabilidade de produtos ou processos já em operação por meio da análise das falhas que já ocorreram; e diminuir os riscos de erros, aumentando a qualidade em procedimentos administrativos.

De acordo com Dufour (1996), a FMEA é de grande utilidade para identificação da necessidade de um reprojeto em um produto, pois testa a confiabilidade dos componentes e dos materiais que serão usados. Logo, são reprojetações somente as partes que não são capazes de manter os objetivos especificados. Para Stephenson e Wallace *apud* Dufour (1996), a aplicação da FMEA pode proporcionar ao produto propriedades que garantam sua confiabilidade, como: simplicidade (através da minimização das informações contidas no produto), limpidez (descreve como um mecanismo opera e como falha), unidade (contribuição de cada elemento no sistema técnico), manutenção e robustez.

#### 4. *Briefing*

Segundo Strunk (2001), a qualidade dos projetos varia diretamente com a qualidade das informações de que os projetistas dispõem para trabalhar. Para o autor, o melhor caminho para obter essas informações é o *briefing*. “O briefing é um direcionamento preciso para o trabalho a ser realizado. Nele, devem estar listados dados sem os quais as possibilidades de erro são enormes” (STRUNK, 2001, p. 67).

O *briefing* também é útil em projetos que envolverão vários profissionais, pois este servirá de registro preciso das tarefas a serem executadas, agilizando o processo. Um bom *briefing* deve abordar, no mínimo os seguintes critérios: objetivo, problema a ser resolvido, principal diferencial a ser explorado, público-alvo (quem compra e quem consome), concorrência direta e indireta, instruções específicas (obrigatoriedades e/ou restrições de projeto), e tipo de

apresentação do projeto final (tiragens, dimensões, formatos, tipo de impressão, número de cores, data limite para apresentação, etc.). O anexo B apresenta o modelo de *briefing* utilizado no curso de Design Industrial da UNIVALI.

- **Ferramentas projetuais para materiais**

1. MAn – *Material Analysis*

Os métodos para análise de material, segundo Pereira e Manke (2001) são usados durante o planejamento do processo, onde se verifica a adequabilidade de determinado material para facilitar a fabricação. Se a fabricação pode ser facilitada por algum outro material, de características próximas ao original, poderá ser trocado. Este tipo de abordagem força o uso de alguns tipos de materiais nas fases iniciais de projeto, podendo limitar a seleção de processos alternativos. De modo ideal, a seleção dos materiais deve satisfazer, simultaneamente, aos requisitos do produto e do processo. O objetivo é encontrar um material que atenda às exigências de ambos.

Diversos métodos de análise de materiais foram desenvolvidos. Todos apresentam uma série de variáveis que devem ser preenchidas (*check-lists*), que fornecerão grupos de materiais que melhor se adaptam ao problema específico de cada projeto. Um dos mais aplicados é o *software* CAMPUS, que significa Pré-Seleção de Materiais Auxiliada por Computador utilizando Padrões Uniformes ([www.campusplastics.com](http://www.campusplastics.com)). Atualmente, restrito para escolha e seleção de materiais poliméricos (plásticos de engenharia, aditivos, blendas, e adesivos), reúne informações de mais de 40 fabricantes americanos, europeus e japoneses. A figura 11 ilustra uma tela do programa.

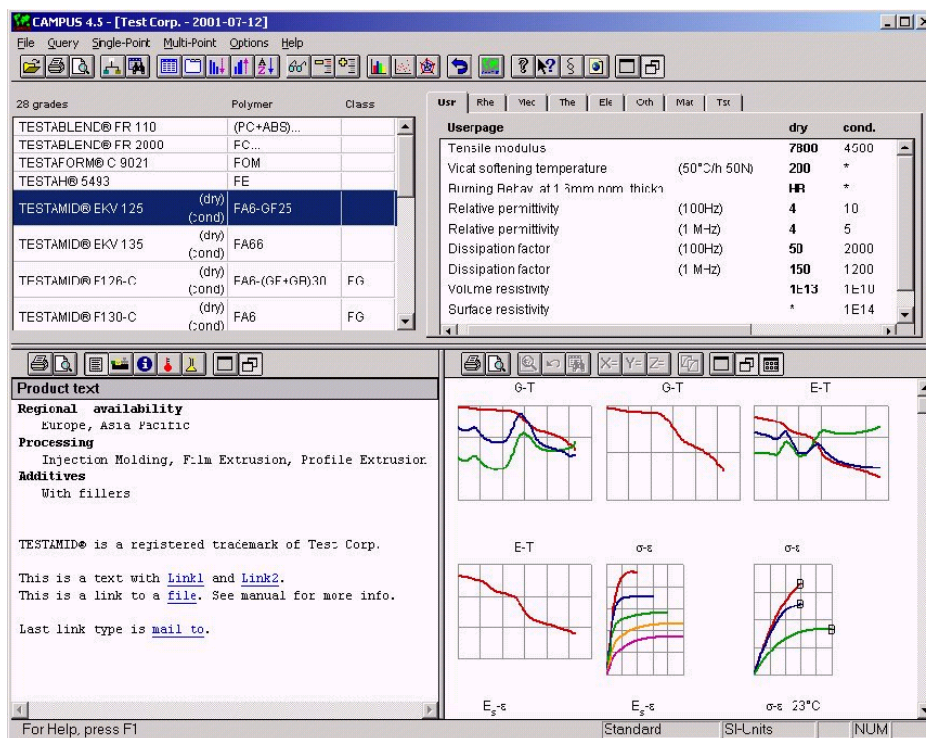


Figura 11. Demonstrativo do *software* CAMPUS versão 4.5.

Fonte: [www.campusplastics.com](http://www.campusplastics.com).

## 2. Colméia: Ferramenta Computacional para Projeto Envolvendo Materiais Compósitos

Segundo Chaves e Ávila (2002), em virtude do desenvolvimento sustentável, elaborou-se uma ferramenta computacional com o objetivo de permitir a otimização dos projetos de materiais compósitos e o estudo de diferentes possibilidades de materiais alternativos, envolvendo madeiras naturais, cortiças e espumas poliméricas.

O *software* prevê propriedades mecânicas dos compósitos, permitindo a otimização do processo de projeto através do estudo de substituição de materiais convencionais por outros, ecologicamente corretos. O *software* foi desenvolvido em Delphi®. A ferramenta computacional é denominada Colméia.

## 3. Photoworks

Segundo a empresa ComCAD (2004), o *software* Photoworks, totalmente integrado como o Solidworks®, permite escolher o material dos produtos projetados através de bibliotecas

embutidas. Também são possibilidades de uso do *software*: definir ou modificar propriedades de materiais existentes; aplicar materiais a todas as peças ou faces individuais do produtos, permitindo designações múltiplas; economizar o tempo de projeto aplicando, automaticamente, materiais pré-definidos para peças; acessar e organizar previamente seções prévias de materiais através de uma função de arquivamento; e selecionar propriedades.

- **Outras ferramentas**

Além das específicas para projeto, existem outras ferramentas (algumas denominadas ferramentas da qualidade) que, usadas conjuntamente com as ferramentas e metodologias projetuais, facilitam o trabalho dos projetistas. Dentre as muitas ferramentas existentes, apresentam-se na sequência, apenas as que têm maior relação com o método MAEM-6F.

### 1. Diagrama de Pareto

A figura 12 ilustra o Princípio de Pareto, que estabelece o conceito de que, algumas variáveis, em pequenas ocorrências, podem ser mais importantes do que outras variáveis, que ocorrem mais frequentemente. Essa técnica é usada para determinação dos procedimentos dados por empresas aos grupos de clientes, onde tem-se os chamados clientes *poucos, mas vitais* (são aqueles responsáveis pela maior parte do faturamento) e os chamados clientes *muitos e úteis*.

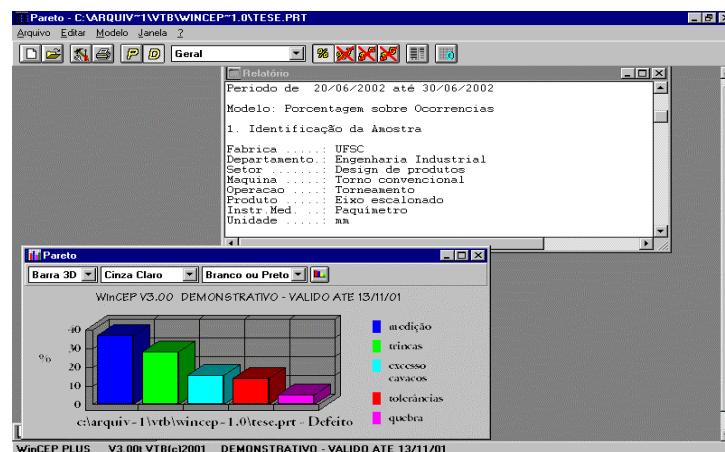


Figura 12. Princípio de Pareto.

Fonte: demonstração elaborada pelo *software WinCEP Plus for windows*.

## 2. Diagrama causa-efeito

Harrington e Harrington (1997) explicam que o diagrama Causa-Efeito, também conhecido como diagrama de Ishikawa ou Espinha-de-Peixe, foi criado de modo a permitir a organização de todas as causas possíveis de um determinado problema, para que estas possam ser investigadas. Em sua forma original, o diagrama de Ishikawa procura relacionar o problema com seis causas primárias: a matéria-prima utilizada, o maquinário (incluindo instalações e mobiliário), as medições (tolerâncias, ajustes, instrumentos utilizados, etc.), o meio-ambiente que cerca a atividade, a mão-de-obra envolvida e o método de processamento (fluxo de informações, procedimentos adotados, etc.). A figura 13 mostra o diagrama causa-efeito.

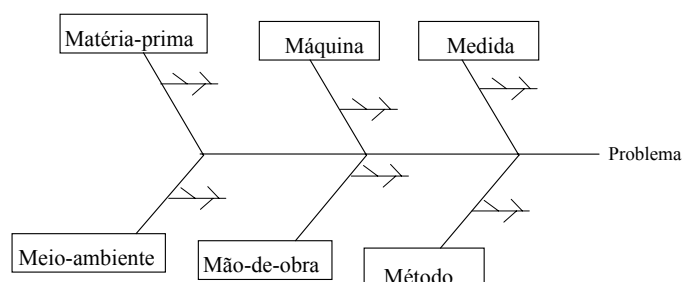


Figura 13. Diagrama causa-efeito.

Fonte: Harrington e Harrington (1997).

## 3. Análise de Valor (Custo/Benefício)

Segundo Baxter (2000), a aplicação da ferramenta custo-benefício considera quanto benefício se pode gerar para o consumidor de determinado produto, em consequência do seu custo e, dessa forma, buscam-se índices melhores que da concorrência.

Com a aplicação da ferramenta, o autor sugere que produtos que oferecem muitos benefícios ao consumidor, mas com elevado custo, representam elevados riscos e só deveriam ser assumidos se a saúde financeira da empresa permitir. Portanto, produtos que oferecerem poucos benefícios ao consumidor, associados a custos elevados, devem ser sempre evitados.

A definição do preço-teto é indispensável nesta etapa, já que este é o máximo que o mercado estaria disposto a pagar. Ele é fixado a partir da análise do mercado e da política de cada

empresa. Para isso, é fundamental que as empresas consigam ofertar ao mercado consumidor mais e melhores benefícios a um custo compatível, procurando posicionar-se à frente da concorrência, fortalecendo a imagem empresarial. O custo-benefício é útil também para auxiliar na análise PFFOA (Pontos Fortes, Fracos, Oportunidades e Ameaças), à medida que apresenta, na opinião dos clientes, quais seriam os principais pontos fortes e fracos das empresas. O quadro 2 ilustra a ferramenta Análise de Valor.

Empresas	Benefícios (1 – 5)					Soma-tório	Preço Médio	Custo/Benefício	Classificação
	*	*	*	*	*				
A									
B									
C									
D									

Quadro 2 – Ferramenta Análise de Valor

Fonte adaptada: Baxter (2000).

Observa-se no quadro 2, que nos espaços marcados com asterisco, listam-se os benefícios que serão utilizados como parâmetros de comparação entre as empresas. Nas colunas de relacionamento entre benefícios e empresas, multiplica-se o valor obtido pelo “peso” do benefício considerado (1 a 5) e a “nota” obtida pela empresa, naquele benefício. Os valores são todos somados e, então, é realizada a divisão entre o preço médio encontrado no comércio e a soma dos benefícios do produto.

#### 4. GUT – Gravidade – Urgência – Tendência

De acordo com o GAV (1999), a utilização da técnica do GUT (Gravidade, Urgência e Tendência), tem por objetivos: a orientação na tomada de decisões, o estabelecimento de prioridades na solução de problemas que foram detectados e a facilidade na identificação de processos críticos. A recomendação na utilização da ferramenta é quantificar cada item analisado imparcialmente, de acordo com o mostrado no quadro 3, onde aparece também a maneira como é montada a matriz GUT.

O uso desta ferramenta promove condições de estudo de um problema específico, fornecendo subsídios para a elaboração de um plano de ação. Esta abordagem pode ser tomada através da



aplicação simultânea das ferramentas Diagrama Causa-Efeito (onde se levantam as causas que ocasionaram determinado problema), seguida pela aplicação do GUT (onde as causas são priorizadas) e finalmente 5W2H (elaboração de planos de ação corretivos e/ou preventivos). Um exemplo desta abordagem pode ser encontrada em Ferroli (1999).

Processo	G	U	T	Prioridade	Valor	Gravidade	Urgência	Tendência
Aqui, listam-se os itens encontrados no causa-efeito					3	Prejuízo extremamente grave	É necessária a ação imediata	Situação pode piorar rapidamente
					2	Grave	O mais cedo possível	Vai piorar a médio prazo
					1	Pouco grave	Pode esperar um pouco	Vai piorar a longo prazo

Quadro 3. GUT – Gravidade, Urgência, Tendência.

Fonte: GAV (1999).

### 5. 5W2H – *What, Why, Who, When, Where, How, How much*

Conforme encontrado em Ferroli (1999), o 5W2H, quando aplicado para planos de ação, assume a ordenação mostrada no quadro 4. Inicialmente, colocam-se os problemas priorizados pelo GUT (em ordem de importância). Para cada problema são identificados os itens *what* (o que fazer para resolver o problema), *why* (por que isso deve ser feito), *who* (quem fará), *when* (em quanto tempo será feito), *where* (onde), *how* (de que maneira) e *how much* (qual a verba disponível para a resolução do problema).

Causas dos problemas	What	Why	Who	When	Where	How	How much
Aqui, se relacionam as causas encontradas no causa-efeito e priorizadas no GUT							

Quadro 4 – Ferramenta 5W2H

Fonte: Ferroli (1999).

### 6. Gráficos de controle

A utilização dos gráficos de controle permite saber, em um determinado instante, se um processo está ou não controlado. Para a construção destes gráficos, calcula-se inicialmente a média das médias e a média das amplitudes dos dados. Os limites utilizados para a construção

dos gráficos são calculados por fórmulas específicas, que podem ser encontradas em Ferroli (1999).

Pela figura 14, observa-se que as linhas vermelhas, superior e inferior, representam os limites dentro dos quais um processo pode ser considerado padrão. Quando há incidência de valores fora desses limites (como mostrado na figura), é necessário encontrar as causas que levam a essa ocorrência.

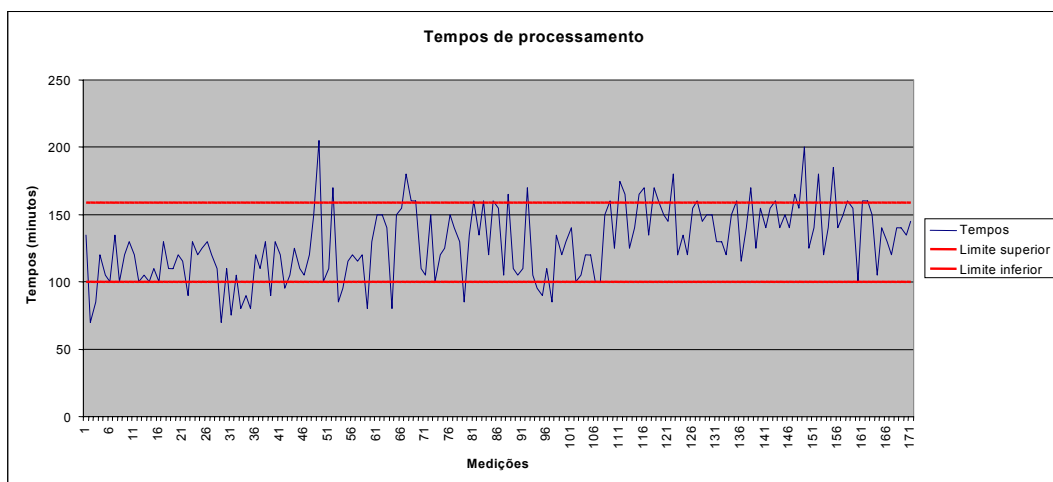


Figura 14. Exemplo demonstrativo de aplicação do gráfico de controle.

Fonte: Ferroli (1999).

## 7. Círculo PDCA

De acordo com a norma NBR ISO 9001 (2000), o PDCA é estabelecido como:

- *Plan* (planejar): estabelecer os objetivos e processos necessários para fornecer resultados de acordo com os requisitos do cliente e políticas da organização;
- *Do* (fazer): implementar os processos;
- *Check* (checar): monitorar e medir processos e produtos em relação às políticas, aos objetivos e aos requisitos para o produto, e relatar os resultados;
- *Act* (agir): executar ações para promover continuamente a melhoria do desempenho do processo.

A figura 15 ilustra o ciclo PDCA, com a divisão em seis fases: planejamento (1 - o que fazer, 2 - como fazer), execução (3 - educação e treinamento, 4 - coleta de dados), verificação (5 - comparação do planejado com o executado) e ação (6 - corretiva sobre as diferenças).

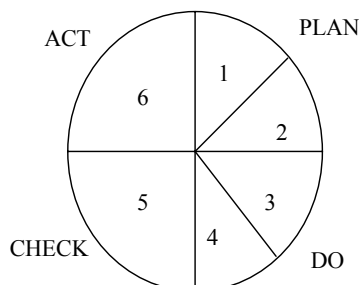


Figura 15. Ciclo PDCA.  
Fonte: Santos (2000b).

- **Técnicas de criatividade**

1. *Brainstorming e Brainwriting*

Segundo Baxter (1998), *brainstorming* é um termo criado em 1953, por Alex Osborn. É uma técnica de criatividade realizada em grupo, preferencialmente composto por um líder e outros dez membros. É essencial que o grupo tenha um caráter multidisciplinar. A técnica inicia com o líder explicando qual o problema em questão e consta, em geral, de sete etapas: orientação, preparação, análise, ideação, incubação, síntese e avaliação.

A evolução do *brainstorming* é o *brainwriting*, que procura conservar as vantagens obtidas com o uso do *brainstorming* e diminuir as desvantagens. Em vez de falar sobre as idéias, os participantes devem escrever sobre elas. Somente depois de um tempo é que os participantes mostram suas idéias para os demais, promovendo estímulos. Depois de terminado, faz-se uma sessão convencional de *brainstorming*.

2. MESCRAI

De acordo com Baxter (1998), MESCRAI significa Modifique (aumentar ou diminuir), Elimine, Substitua, Combine, Rearranje, Adapte e Inverta. Esta técnica de criatividade constitui-se de uma lista de verificação, que tem por objetivo estimular intervenções em um

produto. Deste modo, os projetistas buscam alternativas com a idéia do “modifique” para, depois de entrar em estagnação, buscar alternativas com a idéia do “elimine” e, assim, sucessivamente.

### 3. TIPS – Teoria da Solução de Problemas Inventivos

Ferreira e Forcellini (2000) desenvolveram a TIPS, ferramenta de auxílio à criatividade dentro do processo de projeto, devendo ser empregada na etapa de geração de alternativas. De acordo com os autores, a matriz de contradição da TIPS é empregada juntamente com a primeira matriz do QFD. Devido a isso, o primeiro passo é identificar, na matriz de correlação do QFD, as contradições existentes entre os requisitos de projeto. A figura 16 mostra o fluxograma de aplicação da TIPS no processo de projeto do produto.

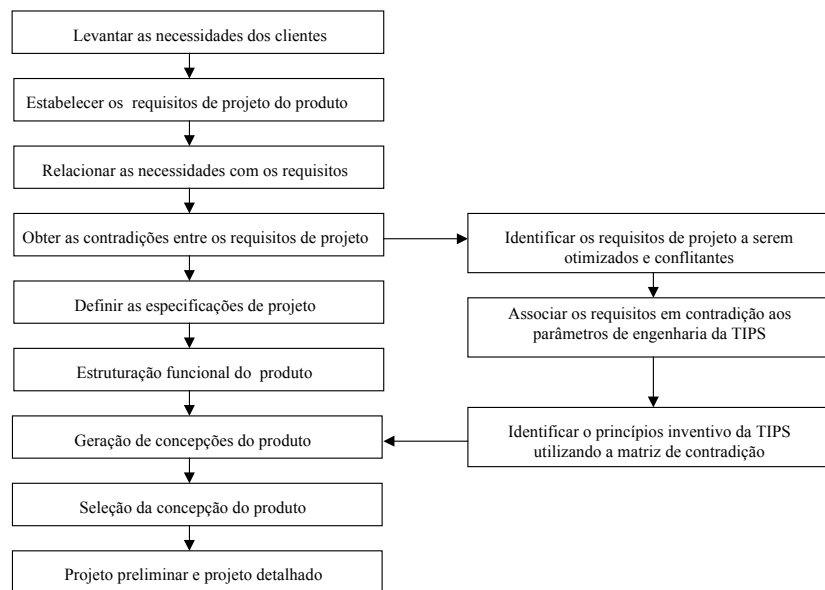


Figura 16. Fluxograma de aplicação da TIPS no processo de projeto.

Fonte : Ferreira e Forcellini (2000).

### 4. Sinética

Para Baxter (1998), aplicar a sinética significa juntar elementos diferentes, aparentemente não relacionados entre si. Um grupo de sinética é, por essência, multidisciplinar. Nessa técnica, dá-se importância especial à fase de preparação, explorando todos os aspectos possíveis e

amplos do problema. Muitas vezes apenas o líder conhece o verdadeiro problema e para evitar idéias conservadoras, não o revela de imediato, colocando em seu lugar, um conceito mais amplo. A sinética trabalha como dois conceitos mentais: transformar o estranho em familiar e, transformar o familiar em estranho. Para isso, usam-se analogias:

1. Analogia pessoal: a pessoa coloca-se mentalmente no lugar do processo, mecanismo ou objeto que pretende criar.
2. Analogia direta: comparações com fatos reais, conhecimentos ou tecnologias semelhantes. Exemplo: biônica.
3. Analogia simbólica: usa imagens objetivas e impessoais para descrever o problema.
4. Analogia fantasiosa: fuga de leis e normas estabelecidas, por exemplo, imaginar o mundo sem gravidade.

Em uma sessão de cinética, essas analogias podem ocorrer simultaneamente.

### 3.3 Considerações sobre o capítulo

Saber com antecedência que tipo de produto os consumidores desejam não é uma tarefa fácil. Os designers de automóveis, por exemplo, costumam desenvolver os chamados carros-conceito, muitos dos quais são apenas exercícios de imaginação (conforme a primeira ilustração da figura 17, que apresenta o *Peugeot Moonster*, vencedor do concurso da *Peugeot* para o carro de 2020). Outros, no entanto, como o da segunda imagem, aliam o que afirma-se serem os elementos fundamentais do carro do futuro: “os protótipos atuais indicam que o carro do futuro será muito seguro, repleto de parafernália eletrônica e ecologicamente correto. A aparência, no entanto, continua sendo um jogo de adivinhação”. (REBOUÇAS, 2001, p. 34).

Nesta frase, estão agrupados quatro fatores fundamentais para o projeto de produtos: segurança (fatores ergonômicos e de segurança), parafernália eletrônica, que pode ser entendida como tecnologia (fatores mercadológicos e sociais), conceito de ecologicamente correto (fatores ecológicos) e aparência (fatores estéticos e de estilo).

Logo, estes fatores devem fazer parte, em determinado momento, da análise da equipe de projeto de qualquer produto industrial. Para tanto, os materiais empregados nos produtos

precisam garantir que as expectativas dos consumidores sejam atendidas. Independente do tipo, a grande maioria das metodologias projetuais empregadas segue o descrito por Back (1983) como “fases do projeto de produtos industriais”. Algumas metodologias concentram-se mais em um determinado ponto, outras em outro; porém, com maior ou menor grau de aprofundamento, todas englobam: estudo da viabilidade, projeto preliminar, projeto detalhado, revisão e testes, planejamento da produção, planejamento do mercado, planejamento para consumo e manutenção e planejamento da obsolescência.

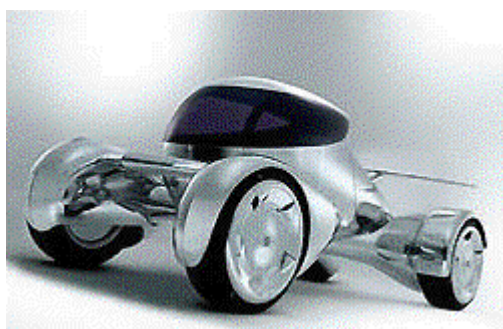


Figura 17. Exemplo de produto: carro do futuro.

Fonte: [www.carsdesignnews.com](http://www.carsdesignnews.com).

Com esta abordagem, no entanto, apesar das etapas de detalhamento preverem identificações técnicas bastante precisas, não há um item específico, que conduza o projetista (ou a equipe de projeto) a estabelecer correlacionamentos entre as variáveis ambientais, econômicas, ergonômicas, mercadológicas, fabris e estéticas, resultantes do tipo de material escolhido.

Estes fatos levaram à necessidade do desenvolvimento de um método para ser usado entre as etapas de geração de alternativas e seleção da escolhida. A necessidade da criação de novos métodos e ferramentas projetuais que possam auxiliar os projetistas é comentada por Meredith e Mantel Júnior (2000), ao explicarem que o crescimento exponencial do conhecimento humano, a demanda crescente por serviços e produtos mais complexos e padronizados e a evolução da competição global pela produção de produtos e serviços vem impulsionando o design de novos produtos.

Não basta somente determinar quais materiais serão empregados na fabricação do produto, mas também que consequências o uso de determinado material trará ao produto em questão. Conforme o tipo de material usado, o produto terá uma aparência que poderá agradar mais a determinados grupos sociais, ou ter um custo que provocará sua exclusão para determinado

público consumidor, e assim por diante. O MAEM-6F auxilia a equipe de projeto a gerenciar variáveis, facilitando a concepção do produto final. A figura 18 mostra, dentro do processo tradicional, onde o MAEM-6F é inserido. Para a elaboração da figura utilizaram-se as etapas mostradas em Back e Forcellini (1999a).

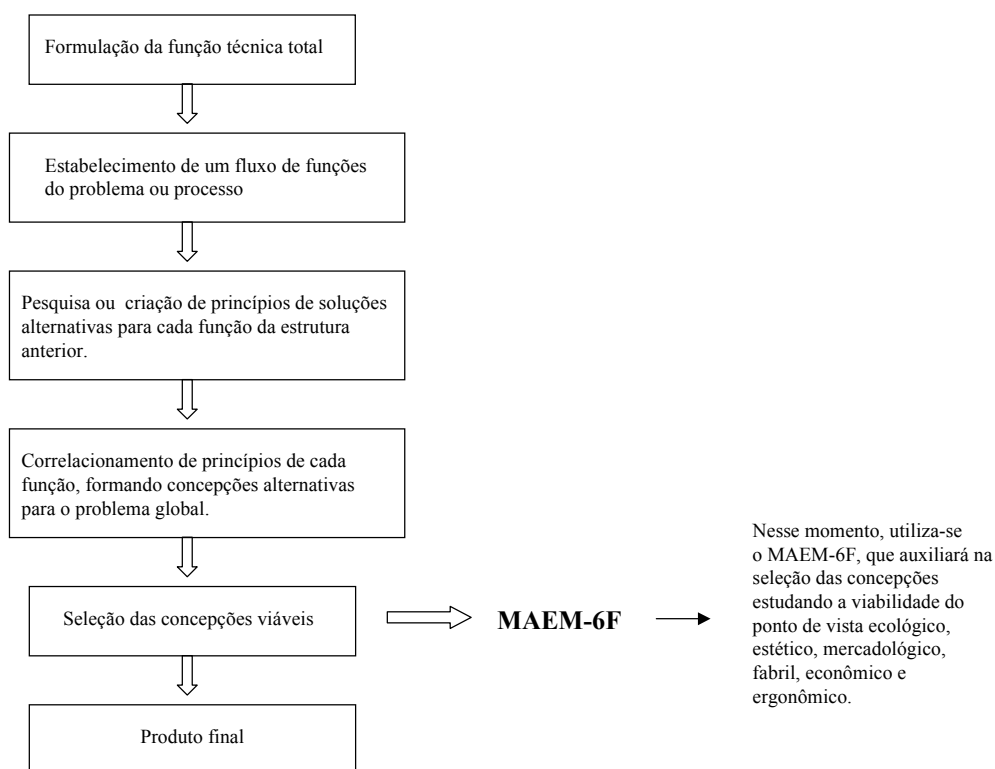


Figura 18. Relacionamento do MAEM-6F no processo de design de produtos.

Conforme pode-se ver na figura 18, o MAEM-6F tem uma abordagem diferente de outros métodos para escolha de materiais existentes, pois é aplicado durante a etapa de seleção das concepções viáveis, auxiliando na tarefa de verificação de qual alternativa melhor se encaixa nos requisitos preestabelecidos pelos clientes.

Com base no levantamento da problemática e estudo das metodologias e ferramentas atuais, desenvolveu-se o método MAEM-6F, mostrado na seqüência deste trabalho. O próximo capítulo traz a concepção do MAEM-6F e os desdobramentos necessários.

## **4. MÉTODO AUXILIAR PARA ESCOLHA DE MATERIAIS EM SEIS FATORES – APRESENTAÇÃO**

Conforme Ferreira *et al.* (2001), o contexto industrial vem sofrendo, ao longo dos anos, mutações constantes, em virtude principalmente da diminuição do ciclo de vida e da grande complexidade que os produtos atuais apresentam.

Sendo assim, como visto nos capítulos anteriores, o MAEM-6F (Método Auxiliar para Escolha de Materiais em Seis Fatores) deve ser aplicado durante a etapa de geração de alternativas, independente da metodologia projetual utilizada.

Com a utilização do MAEM-6F, obtém-se uma redução do tempo gasto no projeto. À princípio, a aplicação pode aumentar o tempo gasto na seleção dos materiais, mas este será recompensado, pois evitar-se-ão trocas de materiais em etapas posteriores. Ou seja, a aplicação do método é sugerida entre etapas onde possíveis problemas, referentes ao produto em questão, serão avaliados, e sofrerão intervenções antes que a produção tenha início, reduzindo as possibilidades de retrabalho ou ajustes projetuais.

O modelo desenvolvido inspirou-se na relação de causa e efeito que existe entre os grupos de fatores comentados na introdução desta pesquisa, tendo por base a ferramenta de Ishikawa. Por isso, os elementos utilizados na análise do primeiro fator considerado (o fabril) são os mesmos utilizados na ferramenta de causa-efeito de Ishikawa. Para buscar uma melhor compreensão, o item seguinte deste capítulo analisa o ambiente fabril de um produto.

### **4.1 Relação de causa e efeito no processo fabril de um produto**

Conforme mostram Meredith e Mantel Júnior (2000), um grande número de produtos lançados no mercado não consegue obter o retorno esperado. Especialistas apontam uma série de causas desta ocorrência, que podem ser agrupadas em seis grandes grupos: problemas de fabricação do produto; problemas de origem social ou mercadológica; problemas



ergonômicos e de segurança do produto; problemas de ordem econômica; problemas estéticos e de apresentação visual e problemas ecológicos.

Dentro deste enfoque, é consenso que, quando se projeta um novo produto, ou quando se faz um redesign de um já existente, a não observância das influências embutidas em um destes “problemas” de projeto pode gerar um produto final incompleto, ou seja, bem projetado do ponto de vista estético, mas com custo muito alto, por exemplo.

Segundo Harmon (1993), em passado recente, isso era relativamente comum, pois se usava de muito pouco a interdisciplinaridade, fazendo com que, muitas vezes, não houvesse uma comunicação efetiva entre os diversos profissionais envolvidos no projeto.

Obviamente, existe uma relação de causa e efeito entre os fatores considerados para análise de um processo de fabricação. O diagrama de Ishikawa, em sua forma original, estabelece os relacionamentos diretos que podem ser considerados em um ambiente fabril: matéria-prima, máquina, medida, meio-ambiente, mão-de-obra e método.

Esta ferramenta é muito utilizada nas fábricas; no entanto, do modo como está sendo aproveitada, somente relaciona e analisa o que ocorre dentro da estrutura fabril, ou seja, no chão-de-fábrica. Dentro desta abordagem, a ferramenta é eficiente, pois demonstra claramente a mudança causada em um dos ramos da espinha-de-peixe, quando se altera outro, como ilustra o exemplo seguinte, que sugere a alteração no material (item matéria-prima), com o qual fabrica-se um produto: fabricar a carcaça de um equipamento, que até então era de aço carbono cromado (SAE 1020) por um tipo de plástico industrial, por exemplo, PA 6.6 Technyl®.

Ao se proceder esta modificação, certamente vai estar se alterando a forma de fabricação a ser empregada (item método). Logicamente, no processo anterior, existiam etapas como traçagem de chapas, corte com oxi-corte ou laser, dobramento de chapas (conformação mecânica), tratamentos superficiais (fosfatização, cromagem, pintura, etc.), soldagem, entre outros. Estas etapas não fazem mais sentido com o uso de materiais plásticos.

A mudança do material poderá levar a mudanças dimensionais, de tolerâncias (item medida). Certos ângulos, dobras, uniões, e assim por diante, diferem muito de material para material. Também não serão utilizadas muitas máquinas que antes faziam parte do layout fabril (item máquina). No lugar de máquinas de solda MIG e tanques de fosfatização aparecerão injetoras e extrusoras de plásticos. A substituição do maquinário levará à exigência do aprendizado de

comandos e seqüências diferentes, levando a necessidade de imediato treinamento (item mão-de-obra). Do mesmo modo, a troca de máquinas, substituição de bancadas e fluxo de produtos inacabados promoverá alterações no layout fabril (item meio-ambiente), o que poderá modificar, inclusive, zonas de segurança e necessidade de uso de EPIs em algumas áreas, que antes não precisavam (ou o inverso).

#### 4.2 Relação de causa e efeito – extrapolação para além do chão-de-fábrica

Até o momento, as modificações discutidas estão inseridas dentro do contexto fabril. No entanto, todos estes desdobramentos podem ser alinhados em um fluxo de análise, denominado fatores fabris e de manufatura, conforme ilustra a figura 19.

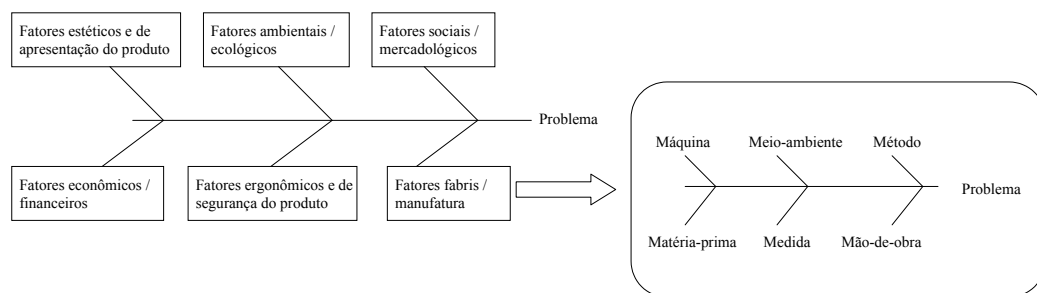


Figura 19. Desdobramento primário do processo fabril de produtos.

Esta relação foi construída com base no modelo de Scherer e Ross (1990), que dentre outras proposições, afirmam que a estrutura de uma indústria relaciona-se com o mercado (através do número e da distribuição de vendedores e compradores), pelo grau de diferenciação do produto, número e características dos competidores, integração vertical da empresa, diferenciação de sua linha de produtos, relação de oferta e demanda, concentração dos fornecedores de matéria-prima utilizadas, modelo de produção adotado, vida útil do produto, características da política de marketing e sazonalidade do produto.

Assim, observando-se a figura 19, nota-se que a mudança ocorrida no sistema fabril, resultado da alteração da matéria-prima com a qual o produto está sendo fabricado (discutido no item 3.1), poderá causar modificações de caráter estético, como por exemplo, cores e texturas pré-definidas, que dependerão do tipo e qualidade do material empregado (fatores estéticos e de apresentação do produto). Ou ainda, o novo material escolhido pode ter, no processamento,

uma carga de emissões nocivas ao meio-ambiente diferente do material anterior; pode ser reciclável ou não; pode permitir o uso de subprodutos ou não, e assim por diante. Estas possibilidades fazem parte dos fatores ecológicos e ambientais.

A questão da segurança do usuário, vista sob o enfoque da toxidade ou não da matéria-prima utilizada, ou resultante de algum processo de transformação, poderá ser bastante modificada (fatores ergonômicos e de segurança do produto). No momento em que as necessidades apontadas acima, como troca de maquinário, treinamento da mão-de-obra, estudo de impacto ambiental, entre outras se faz presente, há, logicamente um custo (fatores econômicos e financeiros). Existe ainda o problema da concorrência, da globalização, da política de marketing a ser adotada, da empresa a ser escolhida para o benchmarking, etc. (fatores sociais e mercadológicos). Este capítulo apresenta, na seqüência, desdobramentos e discussões mais aprofundadas de cada um dos grupos de fatores apresentados na figura 19, finalizando com a concepção do método MAEM-6F.

### **4.3 Fatores fabris e de manufatura**

#### **4.3.1 Conceituação dos fatores fabris e de manufatura**

As considerações sobre o processo fabril de um produto constituem-se de etapa importantíssima para análise da equipe de projetistas de novos produtos. A maioria das fábricas possuem um parque fabril montado, especializado em realizar determinadas operações. Um dos critérios básicos para o sucesso de um novo produto é um certo grau de inovação, o que vem acompanhado de alguma mudança estética, tecnológica ou de cunho social, por exemplo. Desta forma, a figura 20 traz o desdobramento primário dos fatores fabris e de manufatura, baseados, conforme já comentado, na ferramenta causa-efeito de Ishikawa.

Os fatores fabris e de manufatura foram desdobrados em seis elementos:

- **Máquina:** inclui as máquinas propriamente ditas, além dos equipamentos, ferramental, dispositivos, containers, bancadas, utensílios, instrumentos de medição, ferramentas de corte, etc. usadas no parque fabril.

- Mão-de-obra: diz respeito aos trabalhadores que vão estar operando as máquinas. Havendo necessidade de aquisição de novas máquinas, deve-se analisar as capacidades da equipe de produção, estudando programas de capacitação e treinamento. Um dos graves problemas que ocorrem, especialmente no chão-de-fábrica, é a disparidade entre os investimentos realizados na aquisição de máquinas e equipamentos cada vez mais complexos (por exemplo), e o pouco investimento na qualificação dos operadores.

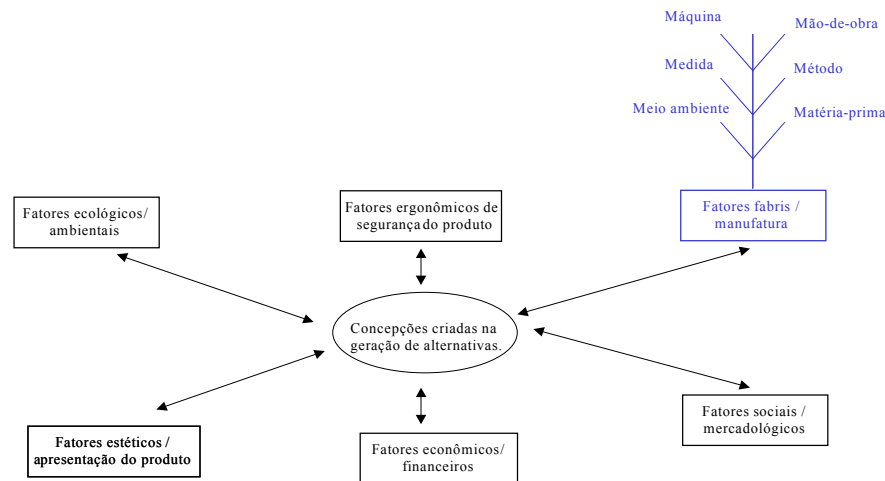


Figura 20. MAEM-6F: Desdobramento dos fatores fabris e de manufatura.

- Medida: quanto menores forem as tolerâncias dimensionais de um produto, mais complexa é sua fabricação, exigindo máquinas mais rígidas, com ferramentas mais nobres. Stemmer (1994) mostra que, em operações de usinagem onde a tolerância é muito pouco flexível, as máquinas precisam ser automáticas, com grandes velocidades, de corte e avanço, grande potência e extrema rigidez. As dimensões de um produto devem ser estudadas, desde a aquisição das matérias-primas (dimensões disponíveis), até medidas finais, pois influenciarão no custo do transporte e facilidade de exposição e venda.
- Método: pode ser função da quantidade a ser produzida. Por exemplo, pode-se fabricar uma mesma peça ou componente feito com determinado tipo de plástico, tanto por usinagem quanto por modelagem (injeção). No entanto, Albuquerque (1999) explica que se forem construídas poucas peças, o custo do molde tornará o processo de injeção muito caro, preferindo-se então, usar as peças. Caso contrário, a usinagem é que se tornará economicamente menos atrativa. O método empregado depende da quantidade a ser produzida, da forma desejada, do grau de precisão necessário e, sobretudo, do material.

- Meio-ambiente: o ambiente do processo fabril tem influência direta na qualidade e produtividade dos lotes processados, englobando desde o aspecto físico do chão-de-fábrica (cores das paredes, luminosidade, acesso ao ferramental, organização, etc.) até o aspecto psicológico (ambiente que favoreça o diálogo, burocracia limitada, higiene, etc.).
- Matéria-prima: qualquer alteração do material que vai ser empregado para a confecção de um produto, exigirá uma reavaliação de todo o processo fabril. Mesmo materiais de um mesmo grupo, por exemplo, substituição de aço carbono SAE 1045 por aço inoxidável AISI 304 na lateral de um produto (ambos pertencem ao grupo de materiais denominado metais ferrosos), promove modificações simples, como o tipo de solda a ser empregado, o tipo de tratamento superficial a ser usado, a maneira de cortar a chapa, e assim por diante).

#### **4.3.2 Correlacionamentos entre os fatores fabris**

Percebe-se pois, que os fatores não são estanques. Pelo contrário, são interdependentes e também se relacionam com os demais: mercadológicos, ergonômicos, econômicos, estéticos e ecológicos.

A escolha do material, conforme visto, pode promover diversas modificações no ambiente fabril. Uma delas está relacionada com a mão-de-obra envolvida no processo. O grau de multifuncionalidade dos operários, analisado pela polivalência funcional, pode encorajar ou desanimar alterações mais inovadoras.

A polivalência da mão-de-obra afeta a escolha do tipo de layout da fábrica (relacionando-se diretamente com o meio-ambiente produtivo). Tubino (2000) mostra a diferença entre os tipos mais comuns de layout: departamental e celular, e o modo como esta escolha influencia o tipo de sistema de produção adotado (de puxar ou de empurrar a produção). O layout celular exige que os trabalhadores que operam uma célula produtiva sejam polivalentes, exercendo várias tarefas e operando máquinas distintas simultaneamente, conforme pode ser melhor observado na figura 21.

Para Tubino (1997), diversos fatores justificam o uso do layout do tipo departamental, amplamente utilizado nas empresas, dentre eles o conceito “contábil” de valor agregado, a facilidade de elaboração do layout, instabilidade da demanda e facilidade no trato com os funcionários. No entanto, o layout departamental apresenta desvantagens em relação ao do

tipo celular, onde utilizam-se os conceitos de produção de fluxo unitário, como os usados em linhas de montagens contínuas. O layout celular, através da redução dos *leadtimes* de fabricação dos itens, aumenta a flexibilidade do sistema produtivo e diminui a necessidade de estoque intermediário (estoque em processo) entre as células de manufatura.

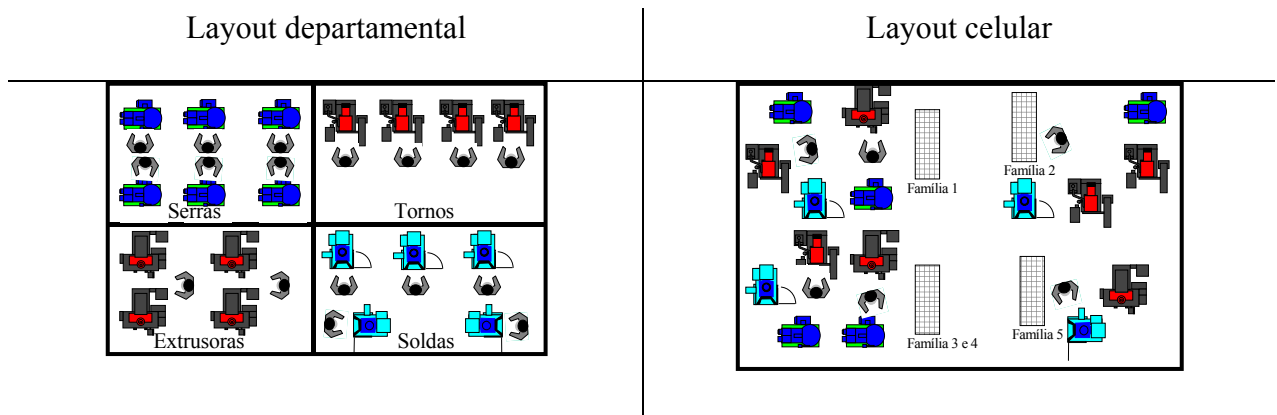


Figura 21. Layout departamental e layout celular.  
Fonte: Tubino (2000).

Uma percepção errada que se faz quanto ao relacionamento do equipamento com a produção é sua flexibilidade. Quando o produto é alterado, ou cria-se uma mudança no *mix* de produtos vendidos, o processo também tem de ser alterado e/ou sua capacidade revisada. Machado (1990) defende a informatização do maquinário, alertando, no entanto, que centros de usinagens e sistemas flexíveis de manufatura não são realmente flexíveis, já que, costuma-se dimensioná-los para serem econômica e fisicamente mais adequados para um determinado intervalo de tolerâncias, e a um conjunto de características de formato.

A relação entre tolerâncias dimensionais (medidas), máquinas e mão-de-obra é complexa. Conforme explicam Sousa *et. al.* (2001), altos investimentos realizados em tecnologia de medição precisam estar escorados nos recursos humanos disponíveis. A atividade metrológica é fundamental para montar-se um padrão alto de qualidade e, conforme pode-se observar na figura 22, as conseqüências de possíveis erros de medição podem ser a aprovação de peças ruins ou reprovação de peças boas. Na maioria dos casos, esses “erros” não são ocasionados pelo maquinário instalado, e sim, pelo ambiente (falta de estabilidade térmica, com fluxos de ar e máquinas mal posicionadas – perto de fontes de calor, por exemplo) e pelos recursos humanos envolvidos (operadores sem qualificação podem obter resultados de medições sem confiabilidade).

A importância do processo de medição vai desde a concepção do produto até o controle da produção. Segundo Parath e Sousa (2002), é importante que o sistema de medição usado garanta altos índices de flexibilidade, produtividade, informatização, precisão e confiabilidade. Para os autores, a atual TMC (Tecnologia de Medição por Coordenadas) não somente garante os requisitos comentados anteriormente, como também tem-se mostrado uma eficiente ferramenta de engenharia reversa, pois possibilita a digitalização precisa de superfícies com formas livres. Este tipo de tecnologia é muito usada em processamento de polímeros, devido à crescente exigência por apertadas tolerâncias dimensionais e à complexidade geométrica do ferramental de injeção e das peças injetadas.

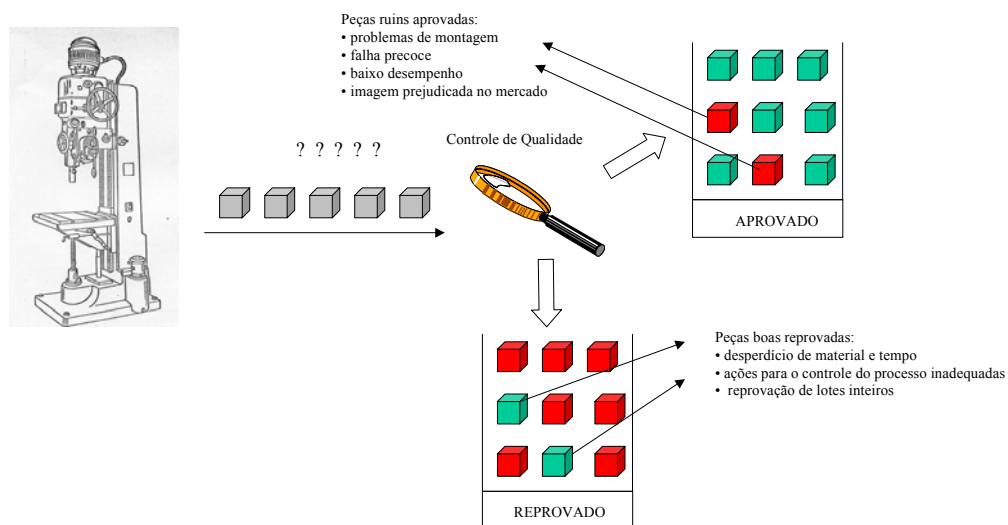


Figura 22. Consequências dos erros de medição.

Fonte adaptada: Sousa *et. al.* (2001).

As máquinas e equipamentos utilizados industrialmente podem ser confiáveis, desde que adquiridos de fornecedores capazes, e sujeitos a um correto programa de manutenção preventiva e corretiva. Porém, se a manufatura não for bem planejada, ou houver uma falha ocasional (ruptura por fadiga, queima em decorrência de problemas de fornecimento de energia elétrica, etc.) poderão ocorrer paralisações, que vão criar problemas no cumprimento de prazos e execução de cronogramas e metas fabris preestabelecidas. A pouca confiabilidade nas máquinas, é apontada pelos especialistas em engenharia industrial como a principal causa do alto nível de estoque intermediário entre os processos.

Atualmente, existem diversos meios de se estudarem (virtualmente) as características dos processos de fabricação e, através destes, comparar as máquinas que serão necessárias, buscando sempre uma melhor relação de custo e benefício. Por exemplo, sabe-se que hoje, é fundamental que se conheça o real custo de cada operação de manufatura, de cada

componente, o que pode exigir que se estabeleçam metas a serem atingidas. A “manufatura virtual” está cada vez mais presente, utilizada como forma de estudar processos e máquinas mais eficazes para a produção de peças e componentes.

Várias empresas desenvolveram *softwares* para a manufatura virtual, como pode-se ver nas páginas [www.oncoursetechnologies.com](http://www.oncoursetechnologies.com), [www.teksoft.com](http://www.teksoft.com), [www.microest.com](http://www.microest.com), [www.cimtronics.com](http://www.cimtronics.com) e [www.cam-soluticons.com](http://www.cam-soluticons.com). Dentre outros, estas empresas fornecem *softwares* especializados em busca e seleção de processos de fabricação, estimativa de custos fabris e gerenciamento de máquinas e layout (*machine shop estimating, fabrication estimating and process planing, tool management system, CAD/CAM – Feature based, etc.*).

A escolha do método adequado está tornando-se cada vez mais complexa, em virtude dos projetos atuais, que combinam materiais de diferentes propriedades, sempre objetivando a redução dos custos e do tempo de fabricação. Peças fundidas (metálicas) e moldadas (plásticas), costumam ser produzidas com mais material do que as próprias peças necessitam, porque o processo exige canaletas e condutores. Embora os condutores e as canaletas (coladas) sejam posteriormente recuperadas e reutilizadas, a redução ao mínimo do consumo dos materiais usados para este fim, pode reduzir significativamente o custo de energia dos processos. No processamento de materiais plásticos, Garcia (2001) mostra vários métodos diferentes de moldagem por injeção, cada qual com aplicação mais eficaz dependendo dos tipos de materiais que serão usados. A figura 23 ilustra os diferentes métodos que podem ser aplicados no processo de injeção.

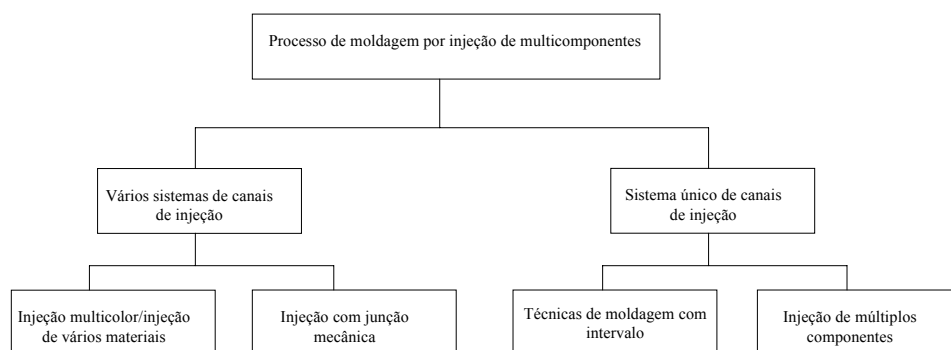


Figura 23. Processos de moldagem por injeção.

Fonte: Garcia (2001).

Estampagem e corte de chapas também apresentam grande potencial para serem mais econômicos. Brasil (1993) mostra que pequenas alterações na forma de um componente de um produto pode aumentar significativamente o aproveitamento da matéria-prima, conforme figura 24.



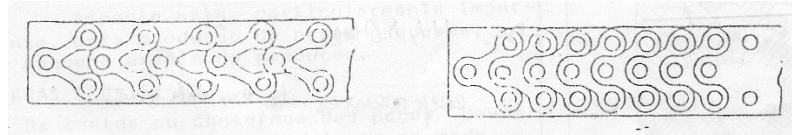


Figura 24. Alterações para melhorar o aproveitamento de matéria-prima.  
Fonte: Brasil (1993).

Back e Forcellini (1999b) comentam sobre a preocupação envolvendo custos fabris, explicando que métodos como o DFA e DFM levam à racionalização de funções, de modo a permitir a substituição de várias partes ou montagens (necessárias para a execução da referida função) por peças modulares. Segundo os autores, os sistemas modulares são técnica e economicamente viáveis, pois auxiliam na racionalização da produção. Apresentam como vantagens, para o fabricante, documentação fácil, planejamento e produção do produto servindo para diferentes possibilidades, facilidade de combinação com peças não modulares, menor tempo de fabricação, de implementação de pedidos e de projeto, possibilidade de manter níveis de estoques sem prejuízo, facilidade de montagens, etc..

Já o cliente, ao optar por produtos modulares, pode obter entregas mais rápidas, alterações e pedidos de ampliação de capacidade mais fáceis, menor necessidade de manutenção e reposição de peças, e outras.

Na dificuldade de escolha entre produzir e comprar, deve-se levar em conta o desenvolvimento interno de máquinas e ferramentas, de modo a gerar uma vantagem competitiva sobre os outros concorrentes, que se utilizam de máquinas adquiridas de fabricantes especializados no comércio.

Dieter (1997) explica que, reduções significativas nos custos de fabricação resultam de alterações no desenho dos produtos, ao invés de mudanças nos métodos ou sistemas de fabricação, como comumente utilizados. Desta forma, para obter-se projetos fabricáveis de modo viável, os projetistas devem: conhecer as melhores máquinas, ferramentas, processos e métodos de montagem aplicáveis, projetando produtos e seus componentes que visem a otimização em todos os aspectos; e usar materiais e selecionar componentes que se prestem a uma produção de alta qualidade e baixo custo.

Conforme comenta Wireman (1998), as escolhas envolvidas em um processo fabril (tomadas de decisão) devem ser, primeiro, analisadas conceitualmente (em teorias, simulações) para então, após a obtenção do domínio conceitual, e das respostas aos possíveis problemas de sua implantação, serem aplicadas no chão-de-fábrica. A análise completa deve correlacionar

todos os fatores, o que obriga a um procedimento interdisciplinar, no qual os setores de uma empresa, como finanças, marketing e produção (por exemplo), precisam cooperar entre si, buscando uma única direção a ser tomada e que abranja as necessidades de todos os processos (fabris ou não) envolvidos no projeto de um novo produto.

#### 4.4 Fatores mercadológicos e sociais

##### 4.4.1 Conceituação dos fatores mercadológicos e sociais

A globalização da economia causou o surgimento de novas tecnologias, novos consumidores e novos mercados (MORRINSON, 1997). Isto alterou o processo de design de produtos, pois agora os projetistas precisam estar atentos para as necessidades de seus clientes (em constante mutação), além da observação de mudanças ambientais, decorrentes das inovações ocasionadas por outros fatores, como o aparecimento de novos materiais, por exemplo. Deste modo, a estrutura organizacional passa a ser revista, procurando, conforme explica Tubino (1997), quebrar as “barreiras” que existem entre os setores, conforme exemplificado na figura 25, com os setores marketing, finanças e produção.

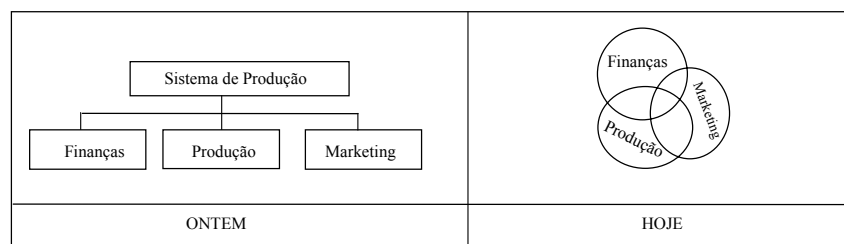


Figura 25. Estrutura organizacional propondo maior interrelacionamento entre setores.  
Fonte adaptada: Tubino (1997).

A figura 26 aborda o enfoque dentro da nova estrutura organizacional comentada anteriormente: a relação entre o indivíduo e a organização. Esta estrutura, baseada nos conceitos de Ramos (1983), não deixa mais de considerar a existência de grupos informais dentro de uma organização, onde a identidade do indivíduo passa a ser maior do que a organização. Também mostra que a eficiência e a produtividade são mais complexas do que o taylorismo considerava, e que existe forte influência do ambiente externo sobre as

organizações (visão sistêmica). Observa-se, na referida figura, uma intersecção (representada pelo espaço hachurado) entre o âmbito da organização (com seus estatutos e sua racionalidade funcional) e os estatutos do homem (envolvendo a racionalidade substantiva, como valores, tradições e afetos).

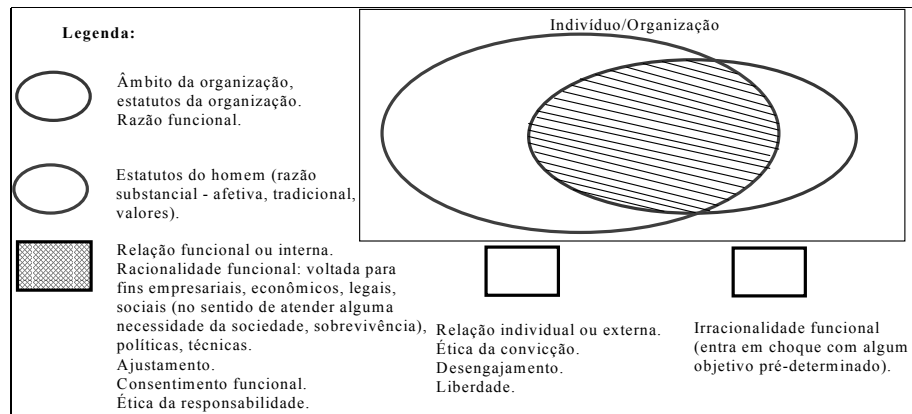


Figura 26. Nova estrutura organizacional.

Fonte: Ferroli *et al.* (2000).

Sucintamente, isto significa que, em um ambiente muito burocrático, o âmbito da organização sufoca a racionalidade substantiva, e a ausência de liberdade torna-se fator inibidor da criatividade. Conforme pode-se observar na figura 27, os fatores sociais e mercadológicos fazem parte das considerações relevantes para projeto e desenvolvimento de produtos e, podem ser desdobrados em seis elementos.

De acordo com a referida figura, os fatores sociais e mercadológicos que interagem no processo são:

- Consumidores: dependendo do público-alvo, pode-se alterar o material de confecção de um produto, levando à modificações no ambiente fabril. Deve-se observar-se a questão do relacionamento entre o tipo de obsolescência de um produto (física, estética ou tecnológica) e o tipo de consumidor. Assim, é necessário pesquisas de campo nas regiões pretendidas, para não ir contra padrões preestabelecidos, como tradições, costumes, religiosidade, etc..

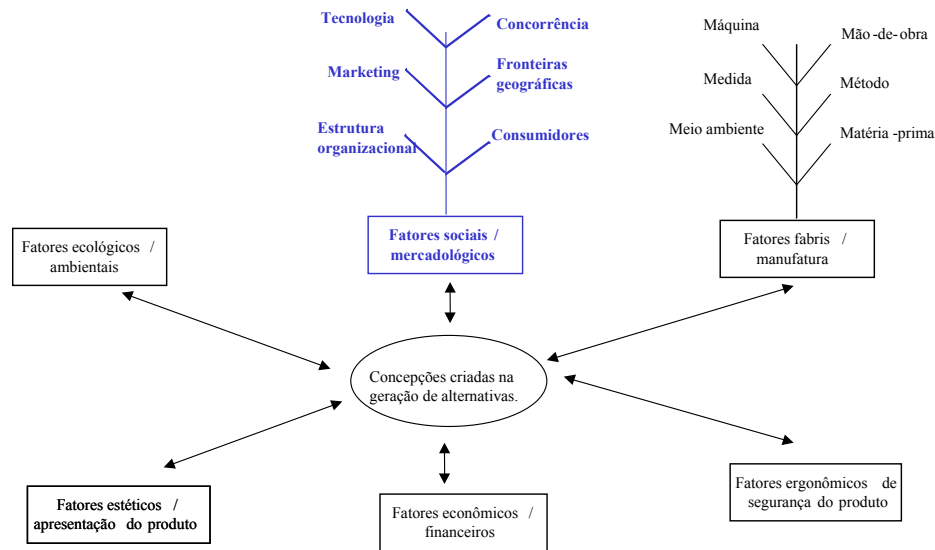


Figura 27. MAEM-6F: desdobramentos dos fatores sociais e mercadológicos.

- Fronteiras geográficas: a globalização trouxe, como um de seus principais efeitos, a queda das barreiras protecionistas, o que acabou "prejudicando" empresas que estavam acostumadas a um mercado fechado, protegido, sem ameaças no que se refere à concorrência, principalmente estrangeiras. No momento em que se lida com capital estrangeiro, e grupos de livre comércio são criados, certos aspectos produtivos precisam ser revistos, pois poderão limitar o produto a uma esfera inferior de aceitação. As normas ISO 9000:2000 são consideradas como critérios qualificadores (de nível mínimo de desempenho) para empresas que desejam exportar seus produtos para a Europa. Segundo Quelch (2001), apesar de toda a idéia gerada pela globalização dos mercados, sustentada pela tese de Levitt<sup>1</sup>), as diferenças locais continuarão a exigir diferentes abordagens de precificação, marketing e administração da marca.
- Tecnologia: faz com que algumas empresas invistam boa parte de seu capital em pesquisa e desenvolvimento tecnológico, buscando compensar, através destes incrementos, possíveis deficiências de outros setores (como os estéticos, por exemplo). A inovação tecnológica, geralmente é acompanhada por uma nova estética no produto, ressaltando as características de algo novo. Barros (2000) investiga o dilema entre, buscar o limite de desenvolvimento de um produto na continuidade proporcionada pela ciência que lhe dá suporte, ou saltar para uma tecnologia inovadora, fazendo frente às pressões econômica e de mercado.

<sup>1</sup> A tese de Levitt defendia que a economia internacional e a integração cultural possibilitavam vender os mesmos produtos com campanhas, termos e dispositivos semelhantes em mercados diversos do mundo. (QUELCH, 2001).

- Concorrência: estabelece uma relação entre fabricantes e usuários. Se não há concorrência, corre-se o risco da estagnação, ou seja, do não incremento no produto, prejudicando o consumidor. Obviamente que, com a abertura das fronteiras geográficas e o intercâmbio tecnológico que isto acarreta, o problema atual não é a falta de concorrência, e sim, o risco, muitas vezes, da concorrência desleal, caracterizada por produtos confeccionados com tecnologias ultrapassadas, materiais mais comuns, etc., que, para os "olhos" do consumidor são aparentemente iguais.
- Marketing: uma política de marketing bem definida pode minimizar eventuais falhas de um produto, assim como, uma política de marketing mal definida, pode fazer com que um produto não tenha o retorno que seria esperado (apesar de sua qualidade). Nos tempos em que os negócios tinham um rumo previsível, apesar de algumas dificuldades e perturbações, as empresas podiam vender seus produtos apoiadas em uma força de venda bem preparada e investimentos pesados em propaganda. Chama-se isto de “marketing”. No entanto, marketing é muito mais abrangente, e Kotler (1996) nos diz que suas funções básicas são: identificar as necessidades dos consumidores que representam oportunidades rentáveis, participar do planejamento do produto, influenciar o processo de fixação de preço das ofertas, trabalhar para promover e comunicar os produtos, serviços e a imagem da empresa, monitorar a satisfação dos consumidores e melhorar constantemente as ofertas e o desempenho da empresa tomando como base o *feedback* do mercado.
- Estrutura organizacional: Ramos (1989) explica que vivemos em uma sociedade centrada no mercado, o que tende a criar enclaves naturais. A estrutura organizacional não deve ser vista de modo puramente técnico, pois envolve valores humanos. Por causa disto é que o uso de *softwares* que correlacionam normas e análises funcionais com atitudes humanas não traz, em geral, o resultado satisfatório (ou esperado) transformando o ambiente organizacional, como comentam Salm e Menegasso (2001), em taylorismo informatizado. A estrutura organizacional da empresa tem forte influência no projeto de novos produtos, destacando-se as diferenças significativas entre as “organizações tradicionais” e as “organizações em aprendizagem contínua”.

#### 4.4.2 Correlacionamentos entre os fatores mercadológicos e sociais

Para Senge (1990), organizações que aprendem (*learning organizations*) são

[...] organizações nas quais as pessoas expandem continuamente sua capacidade de criar os resultados que realmente desejam, onde se estimulam padrões de pensamento novos e abrangentes, a aspiração coletiva ganha liberdade e onde as pessoas aprendem continuamente a aprender juntas. (SENGE, 1990, p. 37).

O autor explica que o que distingue estas organizações, das tradicionais (controladoras e autoritárias) é o domínio das cinco disciplinas do aprendizado: domínio pessoal, modelos mentais, visão compartilhada, aprendizagem em equipe e pensamento sistêmico.

Uma das maiores dificuldades da interdisciplinaridade necessária nos atuais projetos de produtos industriais é mesclar o domínio pessoal de cada indivíduo, associado com seu modelo mental, buscando que vários modelos mentais tenham uma visão compartilhada. Para isto, torna-se necessário que os indivíduos envolvidos no processo aprendam a desenvolver seu modelo mental de forma diferente. Para Senge (1990), isso é reconceber modelos mentais. Porém, como o próprio autor constata, isso não funciona como fazer um reprojeto de um equipamento industrial, pois não “temos” modelos mentais, “somos” nossos modelos mentais.

Na atividade de projeto de produtos, o estudo das fases iniciais envolve uma reflexão profunda sobre os pressupostos preestabelecidos (o que já se sabe sobre o assunto). Isto caracteriza uma mistura de abordagens técnica e comportamental, envolvendo aspectos pessoais / individuais (domínio pessoal e modelos mentais) e altamente conceituais (pensamento sistêmico).

Para Davenport e Prusak (1998), a garantia de um ambiente propício para a prática do aprendizado organizacional consiste em cinco passos: pensar na organização como um sistema; construir e facilitar grupos de aprendizagem e experimentação internos à organização; concentrar-se no desenvolvimento pessoal dos funcionários; criar estruturas menos hierárquicas e mais auto-organizadoras, facilitando a comunicação e a flexibilidade de troca de informações; e planejar de modo sistêmico (não linear), avaliando simultaneamente várias possibilidades e aprendendo com cada uma delas.

A compreensão, e conseqüente implantação, de um processo que visa às cinco disciplinas do aprendizado pretende garantir o poder de inovação de uma empresa, buscando como

vantagem competitiva a capacidade de aprender mais rápido do que seus concorrentes. Ao relacionar-se o exposto acima com a atividade de projeto de novos produtos, observa-se que, avanços tecnológicos e modificações ambientais, econômicas e ecológicas aumentam gradualmente a complexidade destes novos produtos, necessitando a equipe de projeto estar constantemente atualizada.

Roth e Kleiner (1996) mostram estudo da aplicação dos princípios da *learning organization* em uma equipe de projeto de novos produtos de uma fábrica de automóveis. Uma das considerações a que se chegou com este trabalho, é que equipes de projetistas, em geral, não estão acostumadas a tomar decisões; ou seja, é comum apresentarem ao “chefe” várias opções para que este escolha uma.

Segundo conclusões dos autores, a razão desta “acomodação” é a estrutura extremamente burocratizada das organizações, onde impera a confiança na hierarquia e na autoridade funcional, e onde reina a expectativa de que o “chefe” está sempre além de detalhes técnicos e estéticos, tomando sempre as decisões. Ramos (1989) explica que este problema é originado do modelo atual de análise e planejamento dos sistemas sociais que, por ser unidimensional, considera apenas o mercado como a principal categoria para a ordenação dos negócios pessoais e sociais. Para o autor, o mercado constitui apenas um dos enclaves dentro de uma realidade social repleta de critérios substantivos de vida pessoal, ou seja, um modelo multidimensional. No momento em que o mercado é assumido como a principal categoria, valorizam-se as teorias utilitárias, onde considera-se apenas a racionalidade funcional (que visa simplesmente atingir objetivos), como, por exemplo, a administração científica de Taylor.

Conforme destacado por Roth e Kleiner (1997), uma das principais dificuldades encontradas para se “construir” uma organização em aprendizagem, e também ponto fundamental para seu sucesso, é a consciência de que todos os indivíduos de uma organização possuem atitudes próprias e experiências anteriores diferentes. Para ilustrar a situação acima, basta imaginar a diversidade que envolve as origens de um novo projeto: pedidos de clientes, solicitação de órgãos departamentais e/ou governamentais, percepção de oportunidades no mercado, e assim por diante. Logo, como cada um dos membros da equipe é responsável por parte desta atividade, é lógico que seus modelos mentais serão diversificados (pois cada um tem diferentes experiências anteriores, por exemplo).

Segundo Fulmer *et al.* (1998), as organizações em aprendizagem encontram, como desafios para seu desenvolvimento, o problema da incorporação real de uma cultura voltada ao aprendizado, que valorize a busca pelo conhecimento e experimentação e o problema do saber aprender com o ambiente externo, percebendo suas mudanças de modo a poder adaptar-se e antecipar-se à elas.

Para Argyris (1998), existem dois tipos de aprendizagem: aprendizagem de primeira ordem (*single loop learning*) e aprendizagem de segunda ordem (*double loop learning*). A primeira consiste na melhoria da capacidade da organização em alcançar objetivos conhecidos e associados com aprendizagens de rotina. Neste caso, o aprendizado é apenas operacional, onde os problemas são resolvidos superficialmente, ajustados à metas, normas e pressupostos fixos. Baseia-se na diferença entre situação atual e desejada e relaciona-se com o conceito de eficiência.

Já a segunda, envolve a mudança na cultura organizacional, procurando conhecer os problemas e suas causas. Esta abordagem, enfatiza a experimentação e o *feedback* constante dentro de um contexto de revisão contínua (definição, análise e solução de problemas). Relaciona-se com o conceito de eficácia.

O sucesso no lançamento de um novo produto está diretamente relacionado à capacidade das pessoas de romper e reinventar regras e procedimentos. Blanchard e Fabrycky (1990), comentam sobre a necessidade da formação de uma equipe para o desenvolvimento de novos produtos, com a qual pode-se estabelecer uma relação com a importância destacada por Senge (1990), de um aprendizado contínuo, e de uma visão compartilhada, características fundamentais de uma verdadeira equipe.

Christensen (1997) demonstra como a inovação tecnológica pode adotar dois caminhos diferentes, através da tecnologia sustentável (que permite que as empresas empreguem mais valor aos produtos existentes, onde os novos produtos surgidos que passem a utilizar tais tecnologias, fiquem imersos em um ambiente controlável e previsível) e através da descontinuidade tecnológica (que leva a mudanças no cenário competitivo, devido sobretudo às dificuldades com que as empresas bem estabelecidas no mercado têm de gerenciar o aspecto tecnológico).

As chamadas descontinuidades tecnológicas sugerem um uso tecnológico inferior ao existente. A utilização destas tecnologias, passa a ser feita por nichos muito específicos de mercados, com necessidades específicas. Estes nichos são explorados por empresas



emergentes, com objetivo de receita bem mais baixos do que os almejados pelas empresas líderes. À medida que a tecnologia “descontínua” evolui, passa a atender as necessidades de uma parcela maior do mercado. As empresas detentoras destas tecnologias, passam a competir com as empresas líderes, só que com uma relação custo/benefício melhor.

Para Grant (1998), a influência da evolução tecnológica no ambiente competitivo faz com que, as organizações que usualmente se posicionam como inovadoras em termos tecnológicos passem a contar com uma vantagem em relação aos seus concorrentes, podendo ser esta em termos de desempenho do produto final, custo, distribuição do produto, ou mesmo atendimento aos clientes.

Pisano (1997) correlaciona fatores como a inovação dos produtos e os processos produtivos. Há casos em que as empresas desenvolvem novos produtos, mas não se preocupam em desenvolver novos processos produtivos para aquele produto, por falta de recursos ou por não acreditar totalmente no sucesso deste. Este tipo de abordagem pode representar uma desvantagem em relação a algum concorrente que desenvolve, em paralelo a um novo produto, um novo processo produtivo que viabilize sua produção em massa.

Conforme visto pela análise dos seis desdobramentos dos fatores sociais e mercadológicos, não se pode pensar em marketing, sem considerar as fronteiras geográficas ou os consumidores, do mesmo modo que não se pode analisar a tecnologia, sem pesquisar o grau de concorrência a que o produto está sujeito; e assim sucessivamente.

A maioria das metodologias criadas para projeto de novos produtos inclui o fator mercadológico em três momentos distintos do processo. Inicialmente, tem-se a determinação das necessidades dos potenciais usuários, com a determinação do público-alvo. Sejam metodologias simples, ou mesmo de relativa complexidade, o ponto de partida exige a definição, de modo seguro, de quais são os seus *consumidores* e de que tipo de sociedade, tribo ou grupo social está-se estudando (*fronteiras geográficas*). Em segundo momento, após o conhecimento das necessidades do público-alvo, é necessário estudar a oferta de produtos semelhantes no mercado (*concorrência*), que deve abranger, dentre outros aspectos, o tecnológico (*tecnologia*).

Finalmente, estuda-se a organização, verificando a integração entre os setores, capacidade de suas equipes e, principalmente, o ambiente organizacional, pois sabe-se que este pode influenciar pontos cruciais para manter-se competitivo, como a criatividade e a capacidade inovativa de procurar sempre surpreender os clientes (*estrutura organizacional*). Através do

ambiente ser ou não propício, é que os profissionais responsáveis pelo marketing poderão atingir ou não seus objetivos em relação aos consumidores (*marketing*).

## 4.5 Fatores econômicos e financeiros

### 4.5.1 Conceituação dos fatores econômicos e financeiros

No Brasil, a estabilidade da moeda e a abertura do mercado para empresas estrangeiras, passaram a exigir que estas buscassem custos mais competitivos para seus produtos. Assim, existem diversos métodos de custeio, todos objetivando a determinação mais exata possível, do quanto custa cada atividade, ou cada etapa do processo do produto fabricado.

Segundo Bornia (1997), dentre os métodos desenvolvidos para este fim, destacaram-se os tradicionais Custo-padrão e o RKW (*Reichskuratorium für Wirtschaftlichkeit*) ou Método dos Centros de Custos, provavelmente os mais utilizados no Brasil e no mundo; e os métodos modernos, como o ABC (*Activity Based Costing*) ou Custeio Baseado por Atividades e o UEP – Unidades de Esforço de Produção.

Desde a Revolução Industrial que os principais objetivos empresariais são a lucratividade, expansão e sobrevivência de um negócio. Deste modo, um dos principais problemas encontrados é a fixação do volume de produção, de modo que este fique compatível com a demanda, sem prejuízo da qualidade, visando a redução dos custos. Este cenário, levou os empresários, de um modo geral, a preocuparem-se com seus custos de fabricação, diretos e indiretos. Afinal, não faz sentido efetuar grandes investimentos em programas de qualidade total e ter de repassar estes custos ao consumidor final.

Kliemann Neto e Antunes Júnior (1990) discutem esta questão, mostrando que a equação “Preço = custo + margem de lucro”, tão utilizada na década de 60 e até mais recentemente, cedeu lugar a outra, embora matematicamente igual, com sentido implícito totalmente novo: “Margem de lucro = preço - custo”. Esta nova expressão, mostra a tendência de que hoje é o mercado que estabelece o preço, tendo portanto a empresa que racionalizar seus custos. Na maioria das empresas atuais, a realidade refletida por esta equação é verídica, pois o preço é dado pelo mercado, basicamente pela pressão dos clientes e concorrência entre empresas; subtraindo-se os custos, tem-se a margem de lucro.

Enquanto a primeira equação levava em conta apenas a contabilidade dos custos, a segunda já traz a necessidade do controle de custos. Considerando que as empresas buscam trabalhar com melhoria contínua, a tendência para o futuro é novamente um rearranjo desta equação, buscando agora não só o controle, mas sim, um gerenciamento de custos, da forma: “Custo = preço – margem de lucro”, conforme mostra a figura 28.

Equação para formação de preços	Período
$\text{PREÇO} = \text{CUSTO} + \text{MARGEM DE LUCRO}$	Década de 60
$\text{MARGEM DE LUCRO} = \text{PREÇO} - \text{CUSTO}$	Década de 90
$\text{CUSTO} = \text{PREÇO} - \text{MARGEM DE LUCRO}$	Futuro próximo

Figura 28. Formação de preços.  
Fonte: Librelotto (1999).

No método desenvolvido neste trabalho, os fatores econômicos e financeiros foram desdobrados conforme ilustra a figura 29.

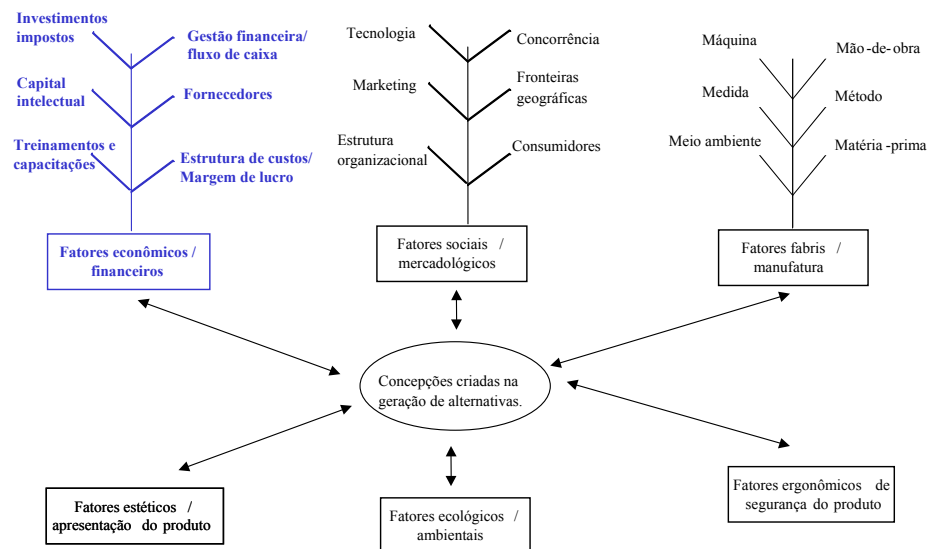


Figura 29. MAEM-6F: desdobramentos dos fatores econômicos e financeiros.

De acordo com a referida figura, têm-se os seguintes desdobramentos:

- Gestão financeira/fluxo de caixa: uma alteração no produto fabricado por uma empresa relaciona-se diretamente com a margem de lucro do produto. Cada material tem um custo, um método fabril ideal, envolve um certo grau de especialização da mão-de-obra, e assim

por diante. Ao ser comprovado que o preço está estabelecido pelo mercado, uma alteração no item custo possivelmente alterará a margem de lucro. Por outro lado, tão importante quanto o balanceamento de uma linha de produção é o balanceamento contábil da empresa (entradas e saídas). Possíveis alterações no processo fabril de um produto, advindos de um redesign (por exemplo), precisam ser bem estudadas, em um cronograma de investimento e desembolso, para que a empresa possa manter seus compromissos financeiros fixos.

- Capital intelectual: definido como as informações estocadas e o conhecimento dos funcionários de uma organização, é de difícil mensuração: é o conhecimento que transforma as matérias-primas e as torna mais valiosas (STEWART, 2002). O autor explica que a acumulação de riquezas atualmente depende de diversos fatores, como capacidade de processamento mental, domínio das tecnologias de produção, organização e acessibilidade às informações. Dentre as riquezas, a informação é considerada como a mais relevante para as empresas do século XXI; pois é inexaurível, ou seja, não se extingue ao ser repassada, podendo a mesma informação ser usada por muitos indivíduos ao mesmo tempo, gerando novas riquezas e produzindo novos conhecimentos<sup>2</sup>.
- Treinamentos e capacitações: inclui todas as atividades de ensino, como treinamentos, instruções e adestramentos. Realizado através de cursos, palestras, *workshops*, etc. dados aos funcionários de uma organização, tem como objetivo a compreensão de quais são os objetivos pretendidos pela empresa e de que modo ele (o indivíduo) pode contribuir para que esses objetivos sejam atingidos.
- Investimentos/impostos: referem-se aos físicos (como aquisição de máquinas e ferramental específico, entre outras), aos operacionais (treinamentos da mão-de-obra ou cursos para operação de máquinas específicas), e aos intelectuais (cursos de capacitação, novas ferramentas gerenciais, e assim por diante). Definir o que é considerado “investimento” e o que é “gasto” é importante para que se possam traçar metas, a curto, médio e longo prazos.
- Estrutura de custos/margem de lucro: importante para definir atividades que tem um maior custo das demais. Conforme visto, existem vários métodos de custeio, que podem ser usados para a determinação de qual é o custo do produto projetado, para que se possa prever o lucro esperado. Um bom projeto pode reduzir a parcela referente ao custo do

produto. Esta redução é conseguida, entre outros modos, pela diminuição dos custos de produção, pelo aumento do número de unidades vendidas e, principalmente, pela diferenciação do produto.

- Fornecedores: um dos princípios da filosofia JIT/TQC (*Just-in-time/Total Quality Control*), segundo Tubino (1997), é a proximidade dos fornecedores que, quando muito distantes, podem elevar significativamente o custo de um produto. Assim, a escolha dos materiais que serão utilizados dependerá também deste critério. É importante a garantia de qualidade dos materiais recebidos (identificação e certificação das matérias-primas), que devem mostrar as características, propriedades, normas que foram atendidas pelo material entregue (SAE, ABNT, ASTM, DIN, etc.), termos de garantia, cuidados a serem observados no transporte, manuseio, estocagem, utilização e tipo de embalagem fornecida.

#### 4.5.2 Correlacionamentos entre os fatores econômicos e financeiros

Os desdobramentos dos fatores econômicos e financeiros se correlacionam, devendo a equipe de projetistas considerá-los no todo. Preliminarmente ao estudo da viabilidade, o projetista deve ser capaz de “desmontar” seu projeto nos diversos itens constituintes. Assim, poderá estimar as partes que serão fabricadas e as que serão compradas obtendo boa noção de custo. A experiência tem mostrado que um produto fácil de montar é usualmente mais fácil de desmontar, remontar e reciclar.

De acordo com Ribeiro *et. al.* (2001), a vulnerabilidade de um produto inicia quando surgem no mercado produtos concorrentes, com melhores níveis de desempenho, qualidade, rapidez, confiabilidade, flexibilidade e, principalmente, custo. Para as empresas que concorrem neste mercado, onde o preço final é importante, sabe-se que o custo é objeto de estudos detalhados, pois quanto menor for, menor poderá ser o preço final ofertado aos consumidores, com a mesma margem de lucro.

Em virtude da dificuldade de se estabelecer o real custo de cada atividade, a simulação tem sido bastante empregada no ambiente industrial, especialmente o SIMES (Simulação Integrada com a Manufatura e Estatística). Este consiste em um projeto virtual,

---

<sup>2</sup> Stewart (2002) ainda explica que o capital intelectual de uma empresa é a soma de seu capital humano (talentos), capital estrutural (propriedade intelectual, metodologias, *softwares* e documentos) e capital em clientes (relacionamentos).

estabelecendo-se um modelo, com o objetivo de conhecer o comportamento do caso real, avaliando possibilidades estratégicas. Os modelos são utilizados nos casos em que se precisa aprender alguma coisa sobre o processo real, mas este ainda não existe, e criá-lo, sem 100% de certeza, poderia implicar em custos elevados e gasto de tempo.

Em função da necessidade da otimização dos processos e da reestruturação da política de custos, Souza *et. al.* (2001) mostram de que modo, a partir de um sistema de custeio, pode-se determinar os custos indiretos de fabricação. Os autores exemplificam esta determinação através de um processo de usinagem (torneamento). Cabe ressaltar que existe uma relação importante entre os fatores econômicos e os fabris, pois a associação destes gera dois tipos de análises: a abordagem para o mínimo custo e a abordagem para a máxima produção.

Nos últimos anos, tem-se investigado quais seriam as condições de fabricação que acarretariam o mínimo custo. Na usinagem, por exemplo, sabe-se que, com o aumento da velocidade de corte, o tempo de máquina diminui, reduzindo a parcela de custo de fabricação que advém do tempo gasto na usinagem propriamente dita; porém, isso reduz, também, a vida útil da ferramenta, aumentando esta parcela de custo. Por isso, para cada processo de usinagem e para cada material usado (tanto na peça a ser usinada, quanto na ferramenta de corte), existe uma velocidade econômica de corte, que engloba todo o custo fabril do produto.

Segundo Bornia (1997), é importante definir quais são as atividades que agregam valor a um produto, minimizar as atividades que não agregam valor a este produto, e eliminar as perdas. Através de um bem elaborado método de custeio, é possível definir atividades que estão "custando" demais e processos que podem ser eliminados. Deste modo, é importante que se conheça o que é considerado perda em um ambiente produtivo.

Encontram-se várias conceituações de perdas na literatura científica. Pode-se conceituar perdas como sendo “[...] tudo (atividade ou não atividade) que gera custos, porém não adiciona valor ao produto/serviço.” (OLIVEIRA, 1997, p. 74). Para Bornia (1997), perda é o valor dos bens e serviços consumidos de forma anormal ou involuntária. O autor ainda coloca que do ponto de vista da contabilidade de custos, um termo mais correto para as atividades que não agregam valor seria desperdício, e conceitua desperdício como sendo o esforço monetário que não agrega valor ao produto da empresa e nem serve para suportar diretamente o trabalho efetivo.

É necessário dividir o movimento dos trabalhadores em duas diferentes dimensões: a do trabalho e a das perdas. O trabalho constitui-se da atividade real necessária nas organizações.

Ele pode ser subdividido em dois tipos: os trabalhos que adicionam valor (*value added work*) e os que não adicionam valor (*non value added work*).

O trabalho que adiciona valor envolve algum tipo de processamento, ou seja, quando as matérias-primas ou partes são transformadas em produtos, tem-se a geração de valor. O trabalho que não adiciona valor é necessário para suportar o trabalho que adiciona valor, e não deve ser confundido com as perdas. Como exemplo deste tipo de trabalho pode-se citar: operadores caminhando para movimentar peças, operação de ligar e desligar máquinas, etc..

As perdas constituem-se do trabalho não necessário. Isto implica na imediata eliminação de algumas atividades, como por exemplo, caminhar de um local para outro para receber componentes, remover de embalagens partes compradas de subcontratados, remover componentes em pequenas quantias de um grande *pallet*, acionar equipamentos semi-automáticos, etc..

Quanto aos estoques, segundo Corrêa e Giansesi (1994), estes tem sido utilizados para evitar discontinuidades no processo produtivo, diante de problemas de produção, que podem ser classificados principalmente em problemas de qualidade, problemas de quebra de máquinas e problemas de preparação de máquinas. Assim, o estoque funciona como um investimento necessário, quando problemas como os citados estão presentes no processo produtivo. Os autores apresentam um exemplo interessante para o entendimento do problema dos estoques, ilustrado na figura 30. O estoque e o investimento que este representa podem ser simbolizados pela água de um lago que encobre as pedras que, por sua vez, representam os diversos problemas do processo produtivo.

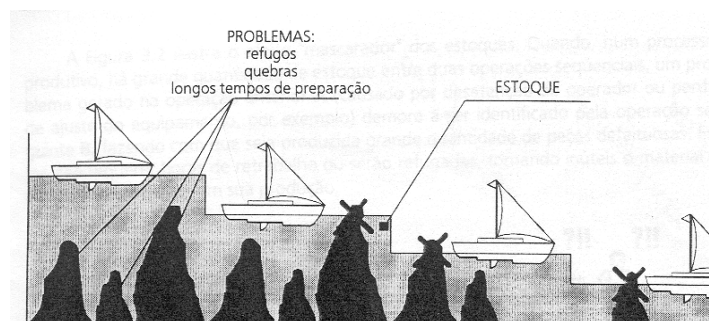


Figura 30. Problemas ocasionados pelos estoques.

Fonte: Corrêa e Giansesi (1994).

Deste modo, o fluxo de produção (representado pelo barco) consegue seguir às custas de altos investimentos em estoque. Reduzir os estoques assemelha-se a baixar o nível da água,

tornando visível os problemas que, quando eliminados, permitem um fluxo mais suave da produção, mesmo sem estoques. Reduzindo-se os estoques gradativamente, tornam-se visíveis os problemas mais críticos da produção. À medida que estes problemas vão sendo eliminados, reduzem-se mais e mais os estoques, localizando e atacando novos problemas “escondidos”.

Pode-se dizer que os estoques são mantidos por duas causas principais. A primeira refere-se à eventual dificuldade de coordenação entre a demanda de um item e seu processo de obtenção, ou seja, ainda que se possa determinar o momento em que certa quantidade deste item será necessária, pode ser difícil determinar, com precisão, o momento e a quantidade de sua produção. Esta dificuldade pode ser causada pelo grande número de produtos diferentes à serem produzidos ou mesmo da quantidade de componentes e submontagens desse produtos. A segunda razão para a manutenção de estoques é a presença de incertezas, associadas à demanda dos itens a serem fabricados e ao processo de obtenção destes itens. As incertezas em relação à obtenção podem referir-se à qualidade dos itens produzidos ou comprados e, também, ao momento em que os itens estarão disponíveis.

Com relação aos treinamentos e capacitações, é necessário separar-se os conceitos de entender, compreender e aprender. Pode-se facilmente confundir o significado destas três palavras. Fialho (1999) diz ser possível entender alguém cantando um rock em inglês, cantar a canção, e não compreender, ou seja, não conseguir atribuir um significado àquilo que é dito. Aprender já é mais complicado. Envolve a estabilização de uma estrutura existente na Memória de Curto Termo (que funciona codificando as informações que são coletadas do ambiente por meio dos órgãos sensoriais e tem capacidade limitada) para a Memória de Longo Termo (que possui mecanismos de ativação, permitindo buscar as construções permanentes armazenadas, deixando determinada informação disponível quando esta é solicitada).

Assim, conforme explica Senge (1998), não basta uma pessoa receber grande número de informações se não possuir as capacidades necessárias para aproveitá-las. De certa forma, é fácil entender as mudanças que o mundo dos negócios sofreu com a globalização, por exemplo, compreender, exige que seja atribuído um significado a estas mudanças.

O que caracteriza, para Fialho (1999), a palavra *entender*, é uma operação elementar que se realiza ao finalizar-se a correspondente decodificação, quando se conhece o que se quer expressar utilizando-se signos conhecidos, que correspondem a um léxico. *Compreender* é uma operação mais complexa, que se realiza ao integrar as informações. É um processo



psicológico que necessita da inteligência e realiza um processo de síntese, ou seja, produção de representações. Quanto a *aprender*, o autor explica que o que caracteriza a aprendizagem é o movimento de um saber fazer a um saber, o que não ocorre naturalmente, mas por abstração reflexiva, ou seja, um processo pelo qual o indivíduo pensa o processo que executa e constrói algum tipo de teoria que justifique os resultados obtidos. A aprendizagem, deste ponto de vista cognitivista, resulta da construção de conhecimentos a partir de outros já existentes. O capital intelectual associa-se ao processo cognitivo. A figura 31 apresenta a arquitetura cognitiva proposta por Jean François Richard (*apud* Fialho, 1999). É importante salientar que nesta figura as caixas designam as funções, e as setas relações.

Associando as cinco disciplinas do aprendizado de Senge (1990), com a arquitetura cognitiva, os *modelos mentais* compactuam com o conceito de *aprender* de Piaget (*apud* Fialho, 1999), no qual o indivíduo pensa o processo e reflete sobre ele, sempre com uma visão contínua. O *pensamento sistêmico* compreende a visão, onde as entradas são as situações (informações) e, a partir delas, faz-se a combinação com os conhecimentos já existentes e raciocínios, estabelecendo-se representações. Assim, o conhecimento é construído e origina atividades e seqüências de ações que, sendo avaliadas, retro-alimentarão o sistema.

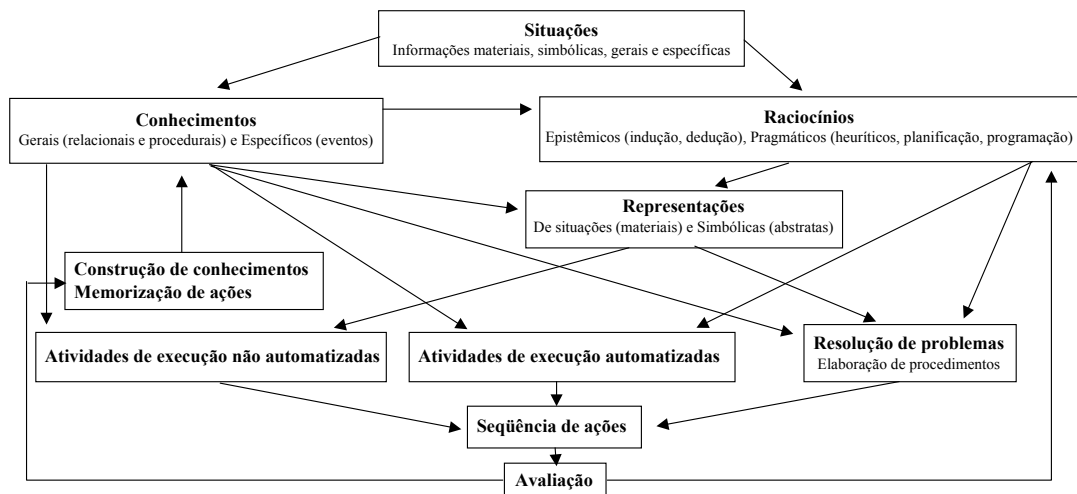


Figura 31. Arquitetura cognitiva de Richard.

Fonte: Fialho (1999).

O domínio pessoal representa a própria construção de conhecimentos, onde o indivíduo é capaz de formular teorias sobre a situação vivenciada, aumentando sua capacidade. De maneira geral, a associação da arquitetura cognitiva dos indivíduos da organização em um

ambiente de contínuo aprendizado, gera um modelo de gestão do conhecimento, com importância econômica comprovada. Segundo Cavalcanti e Gomes (2001), os modelos de gestão do conhecimento (capitais do conhecimento) procuram monitorar e gerenciar a informação. Conforme mostra a figura 32, estes são: ambiental, estrutural, intelectual e de relacionamento.

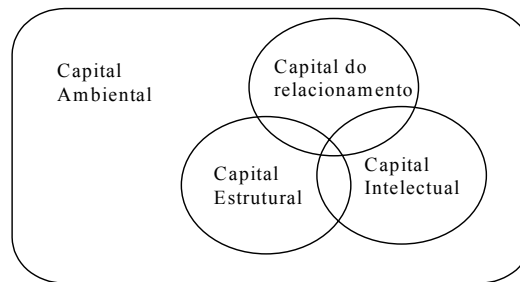


Figura 32. Os capitais do conhecimento<sup>®</sup>.

Fonte adaptada: Cavalcanti e Gomes (2001).

Para os autores, as definições dos capitais do conhecimento são:

- capital intelectual: refere-se tanto à capacidade, habilidade e experiência, quanto ao conhecimento formal que os integrantes de uma organização detêm e que agregam a uma empresa. É um ativo intangível, que pertence ao próprio indivíduo, mas que pode ser utilizado pela empresa para gerar valor;
- capital estrutural: conjunto de sistemas administrativos, conceitos, modelos, rotinas, marcas, patentes e sistemas de informática, que permitem à organização funcionar de maneira efetiva e eficaz. É a cultura da organização, ao contrário do capital intelectual, pertence a organização, sendo o mais fácil de mensurar;
- capital de relacionamento: é a rede de relacionamentos de uma organização e seus colaboradores com clientes e fornecedores. Valoriza e incentiva uma empresa a estabelecer alianças estratégicas para ampliar sua presença no mercado;
- capital ambiental: primeiro dos quatro capitais, é definido como o conjunto de fatores que descrevem o ambiente onde a organização está inserida, como as características sócio-econômicas da região, aspectos legais, valores éticos e culturais, aspectos governamentais e aspectos financeiros.

Os autores concluem que o conhecimento (capital intelectual) é a base para o desenvolvimento econômico. Nota-se portanto, que se relaciona, não somente com todos os

itens que fazem parte dos fatores econômicos e financeiros, mas também com os demais grandes grupos de fatores.

## **4.6 Fatores estéticos e de apresentação do produto**

### **4.6.1 Conceituação dos fatores estéticos e de apresentação do produto**

Os fatores estéticos, ou seja, o modo como um produto é apresentado para seu público, é difícil de ser mensurado, pois envolve questões técnicas e funcionais, além de aspectos psicológicos como cores, preferências, estilos, etc.. Grande parte dos produtos postos a venda tiveram, durante o seu desenvolvimento, alterações em sua forma: ou o material escolhido para sua fabricação não permitia algum encaixe, ou dimensão inicialmente proposta; ou a forma escolhida tornava necessário grandes investimentos; ou havia algum empecilho de ordem cultural, política ou religiosa; enfim, a estética final de um produto está relacionada com todos os grupos de fatores propostos pelo MAEM-6F. Assim, a figura 33 traz os desdobramentos dos fatores estéticos e de apresentação do produto.

De acordo com a referida figura, tem-se os seguintes desdobramentos:

- Forma: ao longo da história, designers sempre se preocuparam em unir, da melhor forma possível, arte e técnica. Conforme Moraes (1997), com o surgimento da indústria (quando os produtos passaram a serem fabricados em série), diversos movimentos foram criados. O primeiro foi o *Arts and Crafts*, em Londres, que propunha a divisão entre arte pura e arte aplicada e criticava a baixa qualidade dos produtos industrializados. O segundo foi o *Art Nouveau*, nascido na Escócia, onde buscava-se inspiração na natureza, através do uso de formas orgânicas e sensuais. O terceiro movimento foi o *Deutscher Werkbund*, nascido em Berlim. Este propunha que os artistas trabalhassem junto às indústrias, de modo a melhorar as condições de trabalho dos operários.

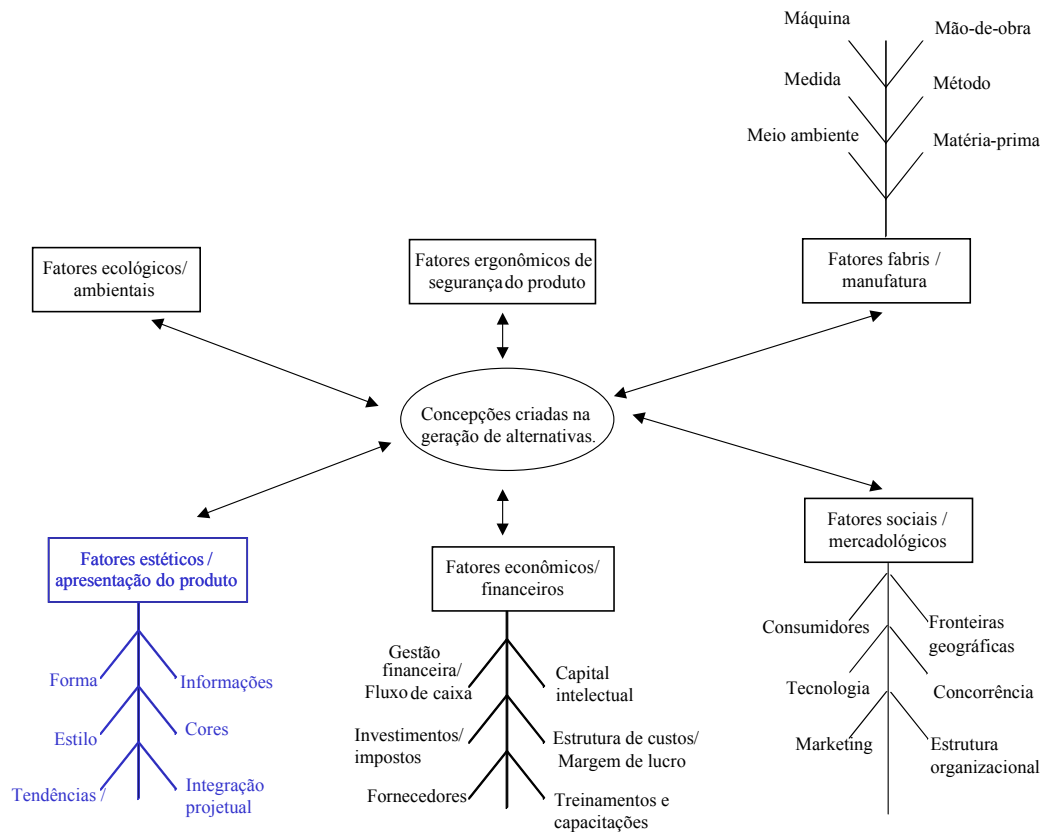


Figura 33. MAEM-6F: desdobramentos dos fatores estéticos e de apresentação do produto.

- **Estilo:** segundo Baxter (1998), estilo de um produto é a qualidade que provoca sua atração visual. O autor explica que um produto atrativo depende basicamente de seu aspecto visual, pois a percepção humana é amplamente dominada pela visão. O estilo é um modo de adicionar valor ao produto, mesmo sem que se façam mudanças significativas em seu funcionamento técnico.
- **Tendências:** conforme comenta Moraes (1997), roupas que poderiam durar muitos anos são consideradas obsoletas artificialmente em apenas uma estação (obsolescência estética). Isto leva a um novo tipo de consumo, baseado na tendência atual. Baudot (2000) explica que as tendências (modas), são governadas pelas aparências, alimentando paixões, catalisando a economia. Atualmente, já não se fala mais em “artigo da moda”, que refletia solidez e reflexão, mas sim em produto, onde busca-se a versatilidade de inspirações e de conceitos multiformes.
- **Informações:** diferenciação entre o que são simples dados, e o que são informações relevantes de projeto. Segundo Abreu (1997), as organizações são sistemas cognitivos, onde seus membros assimilam interiormente o sistema, tornando-se pensadores. No

entanto, considerando-se que a tecnologia, através da internet, CD-ROMs, videoconferências, etc., fornece a oportunidade da extração de dados *on-line*, é preciso que haja um autocontrole, para evitar que o excesso de dados dificulte o projeto. Neste aspecto, torna-se obrigatório seguir o que recomenda Senge (1990), quando afirma que a visão compartilhada pelos membros de uma organização somente é obtida com sucesso através do diálogo constante entre eles.

- Integração projetual: através da troca constante de informações é que os membros que fazem parte de uma equipe de projeto poderão adequar, e reunir, em um único produto, todas as necessidades pesquisadas. Devido a complexidade de alguns projetos, onde reúnem-se profissionais de áreas distintas, somente a manutenção de um ambiente que leve ao diálogo e respeito mútuo, fará com que o produto aborde todos os fatores e requisitos que farão dele vencedor no mercado (ROTH, KLEINER, 1997).
- Cores: Löbach (2001), afirma que a cor é um dos termos mais amplos relacionados à estética de um produto, sendo aplicada especialmente para atingir a psique dos usuários. Por exemplo, o uso de cores fortes e intensas poderá fazer com que, na hora da compra, o indivíduo desvie a atenção de produtos concorrentes, que apresentam cores neutras. Esta técnica é usada quando se deseja destacar um produto em um ambiente monótono. Para o autor, atualmente os fabricantes buscam oferecer produtos que agradem ao maior número possível de usuários, com uso de diversas cores, sejam elas neutras ou vivas. O uso das cores é apropriado também para criar contrastes, por exemplo, cores escuras causam sensação de peso e fazem ligação com a terra, enquanto que as cores claras produzem sensação de leveza e flutuação.

#### **4.6.2 Correlacionamentos dos fatores estéticos e de apresentação do produto**

Ao comentar sobre os fatores estéticos de um produto, Löback (2001) apresenta uma definição de estética: “ciência das aparências perceptíveis pelos sentidos (por exemplo a estética do objeto), de sua percepção pelos homens (percepção estética) e sua importância para os homens como parte de um sistema sociocultural (estética de valor)”, LÖBACH, 2001, p. 156. Sendo assim, a comunicação estética, no projeto de produtos, é ilustrada pela figura 34.

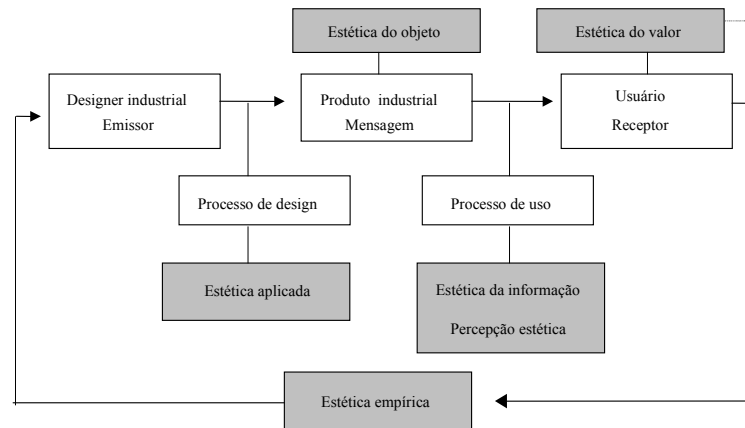


Figura 34. Comunicação estética em projetos de produtos.

Fonte adaptada: Löbach (2001).

A estética é uma das principais causadoras do desenvolvimento tecnológico que busca o constante incremento de novos grades<sup>3</sup> nos grupos de materiais. Conforme comenta Dormer (1995), as empresas comerciais não teriam buscado o desenvolvimento de tecnologias (como os compósitos reforçados, os pigmentos especiais e as cerâmicas avançadas, por exemplo), caso não houvesse um imperativo de natureza econômica e estética.

Foi através da união das necessidades estéticas e econômicas, segundo Rabello (2000), que surgiram efeitos especiais nos plásticos, permitindo a substituição de materiais mais caros por polímeros, usando efeitos mascaradores, como por exemplo, aditivos perolizados (obtidos através da utilização de finas partículas de mica revestidas com dióxidos de titânio ou ferro), fluorescentes e metálicos (obtidos pela incorporação de pós-metálicos, em geral o alumínio, na massa polimérica). O uso mais amplo dessa técnica são os aditivos que dão efeitos texturizados, obtidos através de partículas aglomeradas de pigmentos. Com isso, é possível obter-se efeitos decorativos nos produtos confeccionados em plástico, conferindo-lhes aparência de madeiras, granitos, mármore, etc..

Dentro da estrutura estética mostrada na figura 34, as teorias da forma e estilo da *Gestalt* são bastante utilizadas. Segundo Gomes Filho (2000), a teoria da *Gestalt* estuda a forma, relacionando a ela percepção, linguagem, inteligência, aprendizagem, memória, motivação, etc.. Procura explicar, através de um relacionamento entre o sujeito observador e o objeto, o porquê de algumas formas agradarem mais do que outras.

Um efeito interessante relacionado com o uso das cores mostrado por Gomes Filho (2000) é a pregnância. O anel circular que aparece na figura 35 é cinza. Entretanto, ao se colocar uma

agulha no meio do anel, formando dois semicírculos, pode-se ver, ao girar-se o dispositivo, que o semicírculo sobre o fundo vermelho tomará uma cor esverdeada, enquanto que o oposto tomará uma cor avermelhada. Figueiredo e Pietrocola (1997) mostram que este, e outros efeitos das cores, são fenômenos físicos decorrentes do comprimento de onda ( $10^{-7}$  m) e da frequência ( $10^{14}$  Hz). O fenômeno da dispersão da luz branca por meio de um prisma, por exemplo, também mostrado na figura 38, serve para o estudo das cores, e explica o porquê da ocorrência de fenômenos como o da pregnância.

De acordo com Santos (2000), os produtos desenvolvidos possuem três funções de uso: uso prático (contato e utilização física do produto); uso estético (responsável pela imagem da empresa), utilizado de forma estratégica, composto por marca e símbolos que representam significados, e uso simbólico (mensagens que determinado produto ou marca passam para seu público).

A semântica estabelece que cada tipo de produto deve ter uma aparência visual adequada à sua função. Conforme explica Baxter (2000),

[...] produtos feitos para moverem-se rapidamente devem ter aspecto liso e aerodinâmico. Os produtos duráveis e para trabalho pesado devem ter aspecto robusto e forte. Os produtos engraçados devem parecer leves e alegres, enquanto produtos usados para trabalhos sérios devem parecer sóbrios e eficientes. Essa é a essência da semântica do produto. (BAXTER, 2000, p. 188).

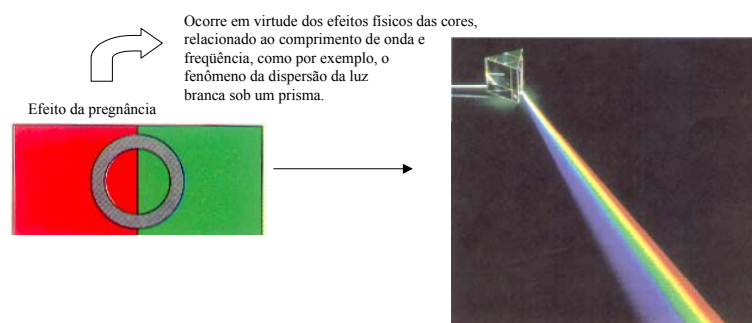


Figura 35. Efeitos de pregnância e dispersão de cores.  
Fonte adaptada: Gomes Filho (2000).

A figura 36 mostra exemplos de semântica aplicada em logotipos de carros alemães: todos tem um anel de aço como forma característica. Este anel representa integridade, força e qualidade, refletindo as qualidades funcionais da indústria alemã.

<sup>3</sup> Grades são grupos de variações em um mesmo material, obtidos através de aditivos. Exemplo: fibra de carbono em um polímero origina um novo “grade” em relação ao original. (ALBUQUERQUE, 2001).

AUDI	BMW	MERCEDES-BENZ	VOLKSWAGEN
			

Figura 36. Logotipos dos carros alemães.

Fonte adaptada: Quatro rodas ([www.quatro-rodas.com.br](http://www.quatro-rodas.com.br)).

Conforme descrevem Slywotzky e Kania (2002), os consumidores que atualmente dispõem de grande número de opções distintas de produtos (todos prometendo a plena satisfação de suas necessidades), e que possuem baixa percepção de diferenciação, acabam por confiar na marca, como representante da qualidade. Para os autores, assim que a marca de um produto alcança reconhecimento sólido, serve como barreira à entrada de novos concorrentes no mercado.

Arelado a marca, está o conceito que se deseja passar. Assim, na concepção da marca, há um correlacionamento muito forte entre os fatores mercadológicos (especialmente marketing) e os fatores estéticos. O quadro 5 mostra a mensagem de algumas marcas de automóveis.

		
As quatro argolas unidas representam as marcas alemãs que formaram a Auto Union, fundada em 1947. São elas: Horch, Audi, Wanderer e DKW.	A estrela representa a fabricação de motores para uso na terra, água e mar.	O losango parecido com um diamante foi adotado em 1925, para sugerir sofisticação e prestígio. Desde então, teve quatro mudanças de visual.
		
O símbolo oval com a assinatura de Henry Ford permanece quase inalterado desde a fundação da empresa, em 1903. Hoje ele inspira o desenho das grades dos carros da marca.	O leão estilizado, que representa a "qualidade superior da marca" e homenageia a cidade de Lion (França), é usado desde 1919. Desde então, o logotipo sofreu sete modificações.	O logotipo em forma de gravata borboleta foi baseado na ilustração do papel de parede de um hotel em Paris onde um dos fundadores da marca, William Durant, teria se hospedado, em 1908.

QUADRO 5: Mensagens das marcas de alguns fabricantes de automóveis.

Fonte adaptada: Quatro rodas ([www.quatro-rodas.com.br](http://www.quatro-rodas.com.br)).

Segundo Aaker (2002), a identidade de uma marca é a imagem que se deseja que ela tenha.

Logo, é o que se pretende que os consumidores, ao vê-la, pensem. Para o autor



[...] a maior parte das empresas encara suas marcas como um conjunto de atributos. Sua visão está concentrada nos atributos de seus produtos e nos benefícios funcionais que proporcionam. No entanto, o que realmente vale na hora de competir são os aspectos intangíveis: a reputação da marca quanto a qualidade, liderança, inovação e seu prestígio como marca global. (AAKER, 2002, p. 93).

Aaker (2002), também estabelece os componentes mais importantes para determinação do valor de uma marca: reconhecimento ou visibilidade (confiabilidade, aceitação e liderança), qualidade percebida (medida através do retorno sobre o investimento), associações de marcas (imagens, atributos do produto, associações organizacionais, personalidade de marcas e símbolos) e fidelidade do cliente.

A percepção é um aspecto importante na aparência dos produtos. Baxter (1998) mostra o exemplo do carro Ford Scorpio, lançado na Inglaterra em 1994, que foi comparado a uma pessoa que tinha acabado de ver um fantasma, como mostra a figura 37.



Figura 37. Exemplo de semântica aplicada a um produto: Ford Scorpio.  
Fonte adaptada: Baxter (1998).

As lições que podem ser tiradas disto, referem-se ao fato de os seres humanos terem uma percepção mais aguda para algumas formas, como a face. Conforme o design utilizado, os produtos podem parecer que estão sorrindo, alegres, tristes ou carrancudos. Isso faz com que os designers tenham que tomar especial cuidado quando projetam seus produtos que envolvem, de alguma forma, elementos humanos, pois há diferentes interpretações psicológicas e sociais referentes aos símbolos usados. As implicações culturais e religiosas, juntamente com as cores (por exemplo, no ocidente a cor de luto é o preto, enquanto que na China é o branco), tornam-se decisivas para a boa aceitação de um produto.

Os fatores estéticos e de apresentação de um produto relacionam-se de maneira significativa com a forma propriamente dita, o uso das cores e o estilo presente. Estes três aspectos foram

os primeiros a serem desdobrados para aplicação do MAEM-6F, porque são os mais facilmente identificáveis pelos consumidores.

Com o uso de técnicas apropriadas de pesquisa de mercado é possível determinar, com boa precisão, as tendências no mercado e, através destas, determinar os requisitos que os produtos devem possuir para o atendimento pleno das necessidades dos consumidores. Neste caso, o desdobramento dos fatores estéticos e de apresentação de um produto passa por um gerenciamento de informações e, principalmente, por um trabalho amplo de integração projetual, que deve ser realizado pela equipe de projeto. O MAEM-6F leva naturalmente à integração, permitindo uma abordagem interdisciplinar, de modo que os fatores estéticos desdobrados correlacionem-se, tanto mutualmente, quanto com os demais fatores que fazem parte do método.

#### **4.7 Fatores ergonômicos e de segurança do produto**

##### **4.7.1 Conceituação dos fatores ergonômicos e de segurança do produto**

Iida (1990) explica que a ergonomia é uma ciência recente, cuja data oficial de nascimento é 12 de julho de 1949. No ano seguinte, houve a criação da primeira sociedade de ergonomia, a *Ergonomics Research Society*, na Inglaterra. Em 1957, com a criação da *Human Factory Society*, nos Estados Unidos, a ergonomia começou a expandir-se pelo mundo industrializado.

A ergonomia é definida como uma ciência que estuda a adaptação do trabalho ao homem, tendo o trabalho, acepção ampla, envolvendo o ambiente físico (máquinas, equipamentos, ferramentas, etc.) e também os aspectos organizacionais de programação e controle. Sendo assim, a ergonomia envolve o homem (características físicas, fisiológicas, psicológicas, etc.), a máquina (envolvendo mobiliário e instalações), o ambiente, a informação, a organização e as conseqüências do trabalho. Para Iida (1990) esta adaptação sempre deve ocorrer do trabalho para o homem. Isso significa que a ergonomia parte do conhecimento do homem para fazer o projeto do trabalho, ajustando-o as capacidades e as limitações humanas.

Para Moraes e Mont’Alvão (2000), a ergonomia é uma ciência que tem por objetivo adaptar o trabalho ao trabalhador, e o produto ao usuário, tendo por foco principal o homem, devendo

os demais elementos do processo produtivo funcionarem em relação ao homem, nunca o inverso. A ergonomia está cada vez mais focada na análise do manuseio de produtos pelo homem, quer seja na produção destes produtos, quer seja, no seu uso. Envolve conforto, satisfação para os usuários, aumento de produtividade e redução de acidentes e doenças ocupacionais para os trabalhadores.

Nestas definições, percebe-se as buscas a que se referiu Moraes (1997) sobre o movimento *Werkbund*, tanto de melhores condições de vida, quanto da qualidade de produtos:

Para conseguir melhor qualidade dos produtos industrializados, contestados por Morris e pelo movimento Arts and Crafts, o movimento *Werkbund* de Muthesius propunha que os artistas trabalhassem junto às indústrias no desenvolvimento de seus produtos, na tentativa de melhorar a condição de trabalho dos operários, e que viessem ainda a interferir no processo de produção. (MORAES, 1997, p. 25).

Como pode-se perceber, trata-se de uma “visão ergonômica” antes do surgimento oficial da ergonomia. A figura 38 ilustra os desdobramentos dos fatores ergonômicos e de segurança do produto.

- Usabilidade: busca o conforto de uso, como por exemplo, a inclusão de regulagens, para que o produto fique adequado a um número maior de usuários (na prática, costuma-se utilizar-se os percentis 5% feminino e 95% masculino).
- Antropometria e biomecânica: a biomecânica preocupa-se com as interações entre os movimentos corporais necessários para realizar uma tarefa, e as consequências desses movimentos, analisando posturas e aplicação de forças. Já a antropometria, refere-se as medidas humanas. Deve-se considerar no projeto de um produto as diferenças em função dos padrões étnicos.
- Segurança de uso: o produto, ao ser adquirido, não deve provocar qualquer dano ao usuário. Muitas mudanças de caráter estético (forma especificamente, como eliminação de cantos vivos, entre outros), fabris (substituição de materiais quebradiços ou tóxico, por exemplo), etc. estão vinculados a este item.

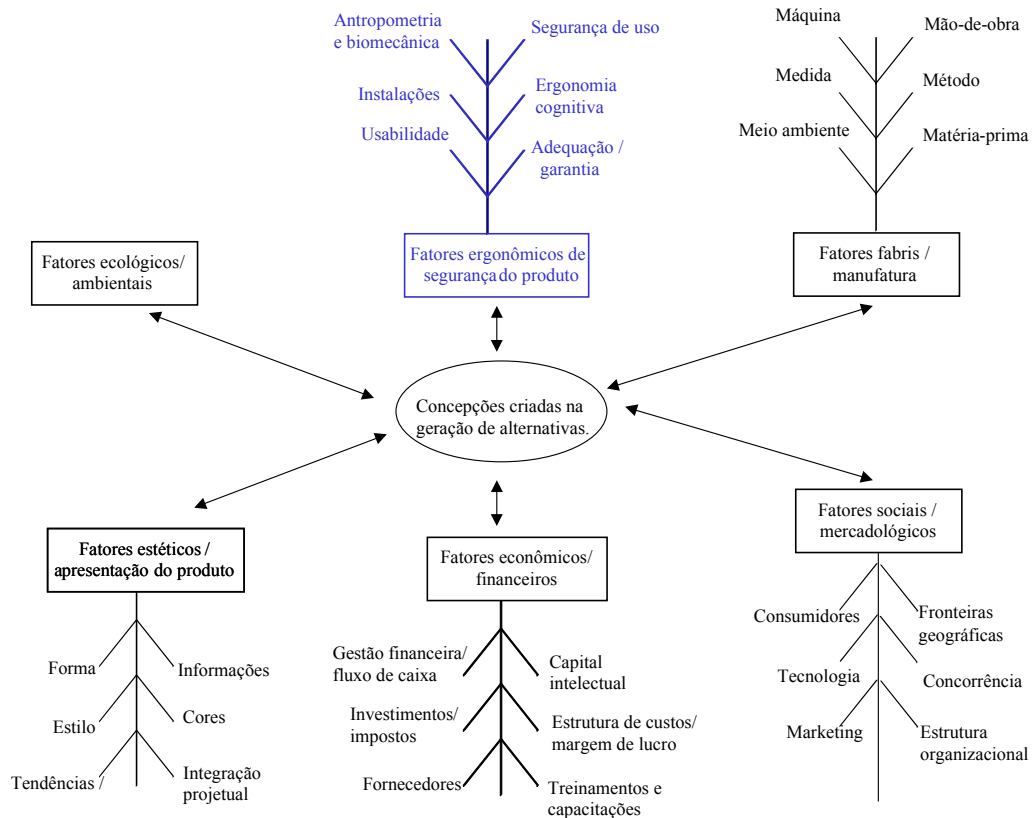


Figura 38. MAEM-6F: desdobramento dos fatores ergonômicos e de segurança do produto.

- Ergonomia cognitiva: procura meios de facilitar a interação do usuário com o produto (interfaces amigáveis, sequenciamento lógico de botões e alavancas, etc.) e a identificação de qual é a natureza do conhecimento e como este é utilizado no dia a dia das pessoas. Para isto, segundo Fialho (1999), estuda como os conceitos são estruturados na mente humana, como foram construídos e como são empregados nos processos relativos à compreensão e ao comportamento. Neste aspecto, o manual de informações é item delicado. Um grande problema é o uso de manuais compostos, que servem a vários modelos de um mesmo produto. Cada produto (modelo) deve ter seu próprio manual.
- Instalações: abrange posto de trabalho (menor unidade produtiva, envolvendo um homem e seu local de trabalho), iluminação, controle dos manejos e controles de acionamento (estudo de “pegas”, movimento de botões, alavancas, etc.), dispositivos de informação (mostradores, escalas, ponteiros, letras e algarismos), ambiente de trabalho (temperatura, ruídos, vibrações, agentes químicos, cores utilizadas, e outros). Engloba todos os aspectos que se referem as condições do ambiente de trabalho, quer sejam físicas ou psicológicas.

- Adequação / garantia: a garantia é fundamental no aspecto da fidelidade dos clientes. Mudanças projetuais devem ser rapidamente repassadas aos serviços de atendimento ao consumidor (0800, por exemplo), para que os clientes sejam sempre atendidos por pessoas conhecedoras do produto. Os produtos também devem estar em adequação com as normas vigentes (NRs), que em geral, especificam materiais adequados a serem usados, procedimentos adequados para execução da tarefas, procedimentos adequados para controle de qualidade e qualificação necessária para a mão-de-obra envolvida.

#### 4.7.2 Correlacionamentos dos fatores ergonômicos e de segurança do produto

A partir da Segunda Grande Guerra, novos materiais e tecnologias surgiram. A ergonomia, especialmente quanto a pesquisa antropométrica, aos estudos dos postos de trabalho e fadiga dos trabalhadores, passou a ser considerada e difundida no ambiente industrial.

O projeto de qualquer produto precisa levar em consideração as posturas que o corpo vai assumir com seu uso. Conforme mostra a figura 39, existem meios adequados para transportar cargas. Do mesmo modo, atividades mais “leves” também podem exercer tensões nocivas em determinadas partes do corpo, como o problema do uso do teclado de computadores, responsável por grande número de vítimas de L.E.Rs. (Lesões por Esforços Repetitivos).

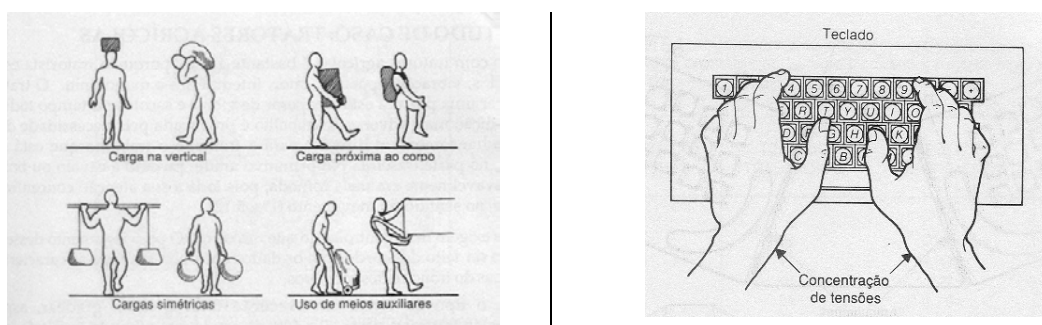


Figura 39. Posturas em postos de trabalho.

Fonte: Iida (1990).

Um grave problema referente ao aspecto de segurança no trabalho está, segundo Giampodi (2000), na desatualização de algumas NRs. A NR15, por exemplo, é datada de Julho de 1978, e aborda aspectos de ruído e calor; porém, vários destes parâmetros encontram-se hoje,

desatualizados. Com a globalização, o problema da antropometria voltou a ter destaque pois existem diferenças significativas, de acordo com o mercado em que o produto será inserido.

A equipe de projeto também precisa prever o aspecto da segurança do usuário do produto. De acordo com a óptica do cliente, apresentada por Back e Forcellini (1999a), o produto precisa ser seguro para os clientes internos (que o estão fabricando), para os intermediários e para os que vão efetivamente utilizá-lo.

Neste caso, é importante prever os possíveis usos inesperados. Aqui existe um forte relacionamento entre os fatores de segurança do produto e os fatores estéticos, especialmente os que se referem ao manual de informações. Para Moraes *et al.* (2002), o problema atual não refere-se somente na utilização errada de produtos, mas também, na carência de informações no produto em si, sobre seus riscos e características. Atualmente, procura-se uma abordagem preventiva (e não corretiva), onde é importante o envolvimento dos ergonomistas nas equipes de projeto, buscando uma avaliação das relações do produto e verificando situações que podem propiciar acidentes.

A relação entre a ergonomia cognitiva, através da interação do homem com o instrumento (representado pelo manual de informações) é complexa. De um lado, manuais muito completos podem causar “preguiça” nos clientes para a leitura. Por outro lado, os produtos atuais são bastante complexos, possuindo muitas funções agregadas. Estas funções, precisam estar todas incluídas nos manuais. Logo, é um grande desafio conseguir fazer um manual sucinto, que desperte o interesse pela leitura por parte do usuário (cliente comprador) do produto.

A figura 40, mostra usos não convencionais que o produto projetado pode ser submetido. Estes usos devem ser previstos pela equipe de projeto, de modo a evitar possíveis acidentes.

Segundo Ferreira (1999), existe uma grande relação entre os fatores fabris (especialmente máquinas e meio-ambiente) com os fatores ergonômicos. Em estudo realizado, onde buscou-se as causas da tenossinovite (dores localizadas em membros superiores ou inferiores), descobriu-se que em todos os casos estudados, tratavam-se de pessoas que executavam tarefas que

[...] exigiam movimentos localizados, estereotipados e repetitivos de braços ou pernas, e um ritmo elevado de trabalho. A postura corporal exigida, a força empregada, a forma e o modo de utilização das ferramentas parecem ter sido agravantes da situação. (FERREIRA, 1999, p. 161-162).

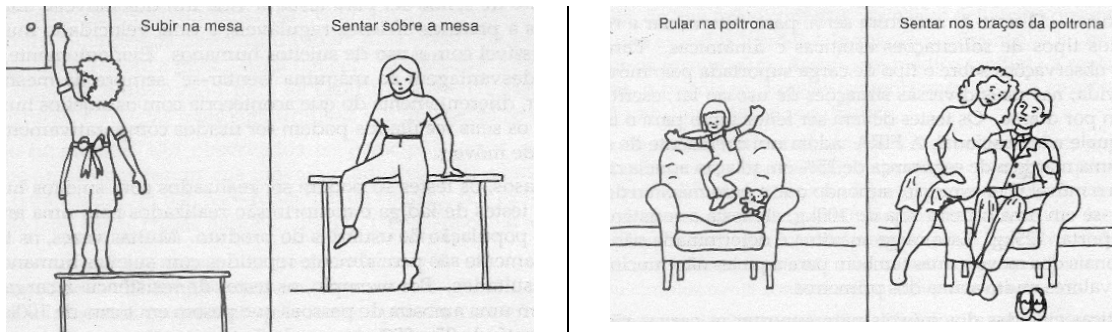


Figura 40. Usos inesperados para os produtos.

Fonte: Iida (1990).

O autor constatou que, em nome da produtividade, algumas empresas estão empregando mal os conceitos referentes a células de produção e polivalência dos operários, utilizando-se disto para intensificar o trabalho, com aumento do ritmo, diminuição do intervalo entre as operações, atribuição de mais tarefas para um mesmo operador e diminuição do pessoal.

O ambiente físico de trabalho exerce uma forte influência sobre a qualidade do trabalho executado. A relação entre a iluminação adequada e a qualidade do trabalho é comprovada por Iida (1990). Essa iluminação é determinada através do fluxo luminoso (lúmens) e pelo fator E de iluminamento (lux). Em Provenza (1996) encontram-se tabelas que auxiliam na determinação do fator E.

Com a escolha do fator E adequado, determina-se o fluxo total luminoso desejado (que depende da área do compartimento) e divide-se o resultado pelo fluxo luminoso de cada luminária que será utilizada (cuja informação obtém-se dos modelos comercialmente oferecidos), determinando assim, a quantidade necessária de lâmpadas.

A iluminação, juntamente com as cores usadas, são fundamentais para garantir um bom ambiente de trabalho. Iida (1990), explica que as cores do ambiente de trabalho influem psicologicamente nos trabalhadores. No ambiente de trabalho recomenda-se o uso do cinza claro, bege creme e ocre-amarelo fosco para as paredes da fábrica, e do verde claro, verde azulado claro e azul claro para as máquinas. O uso das cores deve vir sempre acompanhado de estudo arquitetônico (para garantir uma harmonia ao ambiente) e de iluminação (cores brilhantes podem produzir reflexos, prejudicando a visão e levando à distração do trabalhador).

Considerando-se os desdobramentos dos fatores ergonômicos e de segurança do produto, observa-se que o estudo da ergonomia, tanto física quanto cognitiva, promove um diferencial competitivo no produto projetado. Sabe-se que, em geral, os fatores estéticos, seguidos pelos

financeiros, são os que provocam a chamada primeira compra. Isso decorre do fato de que nem todos os consumidores experimentam os produtos antes da compra, mesmo porque, para alguns produtos, isso se torna um pouco difícil. Assim, os clientes deixam-se seduzir pela beleza das formas e cores utilizadas, pela força da marca e, posteriormente, pelo desembolso requerido.

No entanto, o uso do produto no dia-a-dia é que poderá garantir a fidelidade do cliente (a segunda, terceira, etc. compra). Produtos esteticamente agradáveis, a preços razoáveis, podem se tornar fracasso de vendas por serem desconfortáveis, inseguros ou simplesmente difíceis de serem usados (com problemas de interface entre usuário e produto, por exemplo). Neste aspecto, o estudo dos fatores ergonômicos e de segurança do produto tornam-se imprescindíveis para a equipe de projetistas, que deverá abordar seus desdobramentos e os correlacionamentos existentes, através do MAEM-6F.

## **4.8 Fatores ecológicos e ambientais**

### **4.8.1 Conceituação dos fatores ecológicos e ambientais**

A demora para que houvesse, efetivamente, uma preocupação de caráter ambiental, pode, segundo Donaire (1995), ser explicada pela natureza extrativista do homem. O autor cita exemplos como de Adam Smith, que considerava os recursos naturais apenas um importante pré-requisito para o desenvolvimento; Keynes, que estimulava o desperdício, alegando que no longo prazo estaríamos todos mortos; e, também Marx, que não discutiu a questão ambiental, pelo fato de entender que o progresso era um processo natural de desenvolvimento. À partir da publicação de Pigou (*The Economics of Welfare*) datada de 1920, houve, pela primeira vez na história, referência ao aspecto da externalidade; porém, as idéias que procuravam relacionar a ciência econômica com a ambiental, só começaram a tomar volume em 1950.

Algumas datas importantes que demonstram o aumento da preocupação mundial quanto a este aspecto são: a conferência de Estocolmo em 1972 (UNCHE), a proliferação do termo “desenvolvimento ecologicamente sustentado” a partir de 1986, a conferência do Rio de Janeiro, em 1992 (UNCED), onde foi criada a Agenda 21 e a Rio + 10, em 2002 (Joanesburgo).



Em função da inclusão da preocupação ambiental, a corrida pela qualidade industrial passou então a um novo estágio. O certificado de qualidade ISO 9000, que até pouco tempo atrás era considerado o símbolo máximo de excelência que poderia ser obtido por uma empresa tornou-se, apenas, um passo inicial para a conquista maior, justificada através da garantia de que não mais serão geradas emissões que agredam o meio-ambiente. Através da série de normas ISO 14000, as empresas passaram a buscar a anulação das emissões de dejetos, promovendo a reciclagem de seus subprodutos, controlando melhor seus gastos e adquirindo uma maior competitividade.

De acordo com a NBR ISO 14001 (1996), praticamente todo tipo de organização está cada vez mais preocupada em atingir um desempenho ambiental correto, controlando o impacto ambiental de suas atividades, produtos ou serviços. A série de normas ISO 14000 tem como base a melhoria contínua, conforme ilustra a figura 41.

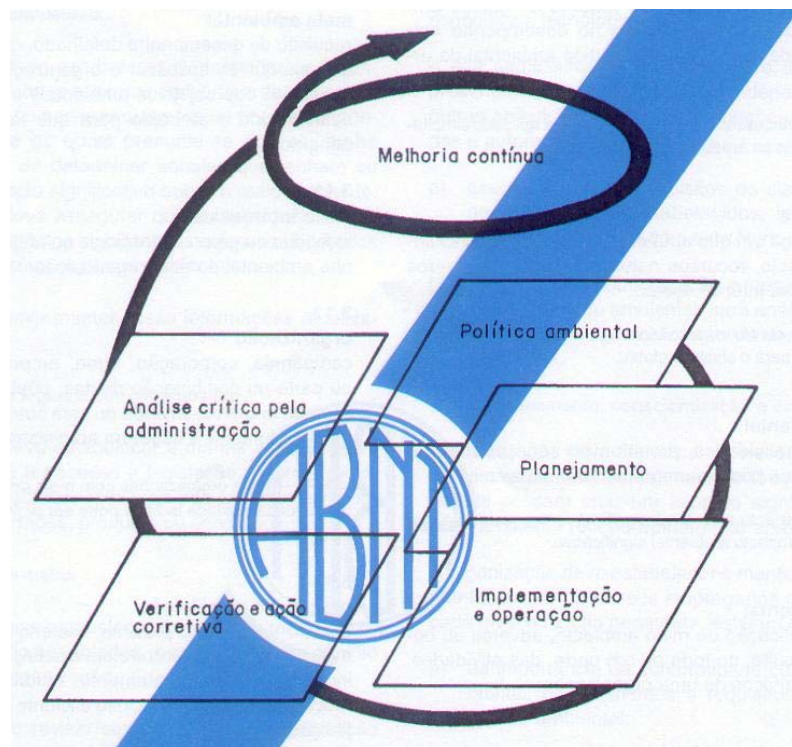


Figura 41. Modelo de sistema de gestão ambiental para ISO 14001.  
Fonte: NBR ISO 14001 (1996).

A figura 42 ilustra os principais desdobramentos dos fatores ecológicos e ambientais.

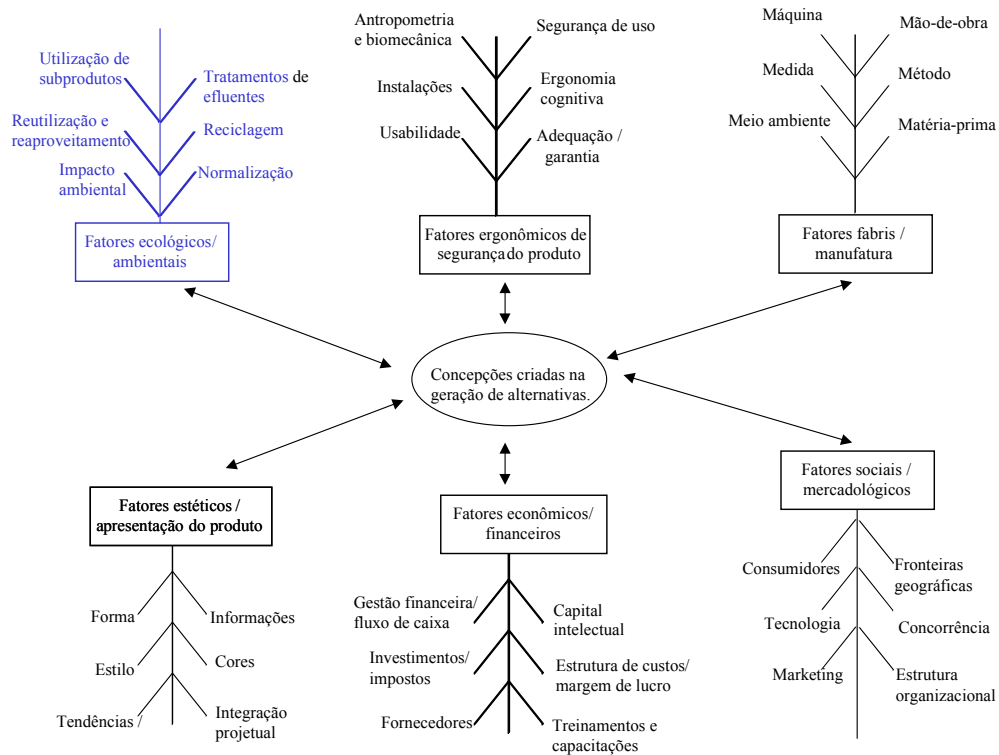


Figura 42. MAEM-6F: desdobramento dos fatores ecológicos e ambientais.

- Utilização de subprodutos: consideram-se subprodutos tudo o que é processado, e que não tenha um consumo imediato. Conforme explicam Ockerman e Hansen (1994), a utilização de subprodutos, quando de forma adequada, melhora a eficiência de qualquer sistema produtivo, independente do ramo de atividades considerado.
- Reaproveitamento e reutilização: explicitada pela Metodologia ZERI (PAULI, 1996), prevê um modelo empresarial que visa ao constante reaproveitamento, seguindo as leis da natureza: nada se perde, tudo se transforma. A idéia é aproveitar os resíduos resultantes de um processo para criar um novo produto, e assim sucessivamente, onde o resíduo do processo anterior é usado como insumo do processo posterior. A reutilização de produtos dentro do parque fabril também é importante, como por exemplo, o uso de moldes permanentes para fundição de metais e injeção de plásticos.
- Impacto ambiental: a medição do impacto ambiental causado pelas operações fabris, é ponto de partida na busca pela melhoria contínua. A implantação da Agenda 21 no Brasil e no Mundo, discutida na Cúpula Mundial de Desenvolvimento Sustentável (Rio + 10), reforçou a necessidade de projetos de produtos voltados ao meio-ambiente (eco-design). Os documentos resultantes da Rio + 10 abordam a mudança nos padrões insustentáveis de produção e consumo, que afeta diretamente a maneira de se projetar produtos.

- Tratamento de efluentes: atualmente é condição básica para que uma empresa possa atuar no mercado de modo competitivo. Consideram-se como efluentes, todo o tipo de resíduos, sejam estes sólidos, líquidos ou gasosos. Cada um deles deve ter um planejamento isolado.
- Reciclagem: a possibilidade de reciclagem é um importante critério para escolha do material de confecção do produto. A facilidade de se reciclar um material pode trazer grandes benefícios econômicos para a empresa. No entanto, segundo Horsr e Zweers (1996), o excesso de reciclagem, ou o uso inadequado desta, pode levar a um aumento de poluição, pelo fato de que, para alguns materiais, a energia gasta em sua reciclagem tem tamanhas proporções que, antes de reduzir a poluição, acaba aumentando-a.
- Normalização: recentemente, um grande número de normas e regulamentações ambientais tem sido sugeridas e/ou implantadas, dentre as quais algumas com objetivos puramente comerciais, como alguns tipos de “selos verdes”. No entanto, a série de normas ISO 14000 estabelece as diretrizes básicas para que uma empresa tenha um eficaz Sistema de Gestão Ambiental (SGA), abrangendo todos os aspectos internos e externos da organização.

#### **4.8.2 Correlacionamentos dos fatores ecológicos e ambientais**

Segundo Santos e Ferroli (2002), não há uma data precisa de quando os fatores ecológicos passaram a fazer parte do projeto de produtos. Difundido como eco-design, a partir dos anos 80, os cursos de design industrial e engenharia passaram a incluir em seus currículos disciplinas como ecologia, design e meio ambiente, engenharia do meio-ambiente, etc.. A abordagem destas disciplinas passa, em geral, pelo atributos: ser reciclável, utilizar materiais alternativos, respeitar a legislação em vigor e reaproveitar componentes padronizados.

A importância do relacionamento da questão ecológica com os demais fatores (mercadológicos, econômicos, fabris, etc.) pode ser comprovada pelo descrito nos objetivos e metas da NBR ISO 14001 (1996), item 4.3.3.:

Ao estabelecer e revisar seus objetivos a organização deve considerar os requisitos legais e outros requisitos, seus aspectos ambientais significativos, suas opções tecnológicas, seus requisitos financeiros, operacionais e comerciais, bem como a visão das partes interessadas. Os objetivos e metas devem ser compatíveis com a

política ambiental, incluindo o comprometimento com a prevenção de poluição. (NBR ISO 14001, 1996, p. 5).

Esta citação, mostra o quanto é importante um correto SGA. Segundo a NBR ISO 14004 (1996), um SGA

[...] provê ordenamento e consistência para que as organizações abordem suas preocupações ambientais, através da alocação de recursos, definição de responsabilidades e avaliação contínua de práticas, procedimentos e processos. (NBR ISO 14004, 1996, p. 3).

Ainda de acordo com a referida norma, conceitua-se o SGA como

[...] a parte do sistema de gestão que inclui estrutura organizacional, atividades de planejamento, responsabilidades, práticas, procedimentos, processos e recursos para desenvolver, implementar, atingir, analisar criticamente e manter a política ambiental. (NBR ISO 14004, 1996, p. 5).]

Na prática, o conjunto de normas ISO 14000 buscam uma educação ambiental: “[...] a Lei nº 9.795, de 27/4/1999, do governo federal, que instituiu a Política Nacional de Educação Ambiental, inseriu diversas responsabilidades no âmbito da educação ambiental, inclusive para as prefeituras” (GRIPPI, 2001, p. 3).

Quanto as metodologias voltadas ao meio-ambiente, como a ZERI, somente serão possíveis no momento em que usar abundantemente da hiperdisciplinaridade, onde, segundo Pauli (1996), 40 a 50 tecnologias e diferentes ciências planejam conjuntamente as ações a serem tomadas, buscando soluções em comum. Logo, a meta é gerar, a partir de uma fábrica original (que fabrica o primeiro produto e origina os primeiros refugos), a criação de uma “rede” de novas fábricas, cada uma delas utilizando o resíduo da anterior e alimentando a próxima.

A abordagem em emissão zero representa uma mudança profunda no conceito de indústria, onde abandona-se os modelos lineares (nos quais os resíduos são considerados desperdícios), e adotam-se sistemas integrados (nos quais tudo tem seu uso). Conforme Grippi (2001), alguns estudiosos da área ambiental prenunciam, com isso, o início de uma nova revolução industrial, na qual a indústria limitará os ciclos sustentáveis da natureza e a humanidade aprenderá a fazer mais, com os recursos que a terra produz, sem esgotá-los.

O caminho inicial para a produção de produtos ecologicamente sustentáveis é a busca dos chamados 3Rs: redução, reutilização e reciclagem. Sabe-se que o Brasil (e os demais países também), está muito aquém do ideal neste quesito. Conforme comenta Grippi (2001):

Segundo dados do IBGE, 80% da disposição final do lixo brasileiro é feita em vazadouros a céu aberto, sendo o pior cenário o da região Nordeste. Já a região

brasileira que mais tem fomentado a reciclagem é a Sudeste, mesmo assim com 1,1% de todo o lixo produzido no país. (GRIPPI, 2001, p. 3).

A reciclagem de materiais tem sido muito estudada, e grandes progressos já foram alcançados. Há duas décadas atrás, com 1 kg de alumínio reciclado era possível a fabricação de 42 latinha de alumínio de 350 ml. Segundo a ABAL (2002), atualmente, com essa mesma quantidade, pode-se produzir 62 latinha de 350 ml. Conforme mostra a figura 43, a reciclagem do alumínio no Brasil já superou a efetuada tanto na Europa, quanto nos Estados Unidos.

Assim como o alumínio, outros materiais estão sendo abundantemente reciclados, com destaque para o papel e os plásticos. Conforme comenta Grippi (2001), o plástico é usado atualmente em praticamente todos os setores da economia. Existem dezenas de tipos de plásticos, porém nem todos podem ser reciclados (ou sua reciclagem não é viável economicamente). Para o plástico, existem atualmente, segundo a Plastivida (2003): reciclagem química, reciclagem energética e reciclagem mecânica.

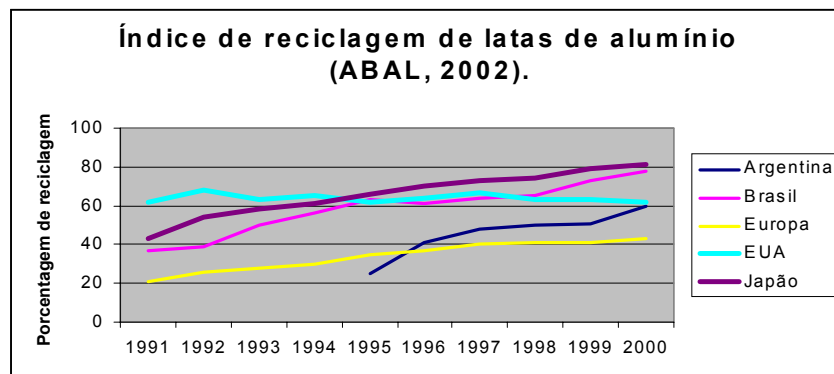


Figura 43. Índice de reciclagem de latas de alumínio.

Fonte: ABAL (2002).

A reciclagem química faz o reprocesso dos materiais plásticos, transformando-os em monômeros ou misturas de hidrocarbonetos, que servirão como matéria-prima em refinarias ou petroquímicas para a obtenção de produtos de elevada qualidade. O processo reduz custos de pré-tratamento e de coleta e seleção, facilitando a produção de plástico novos, com a mesma qualidade de um polímero original.

A reciclagem energética é a utilização de materiais plásticos como combustível para gerar energia elétrica. Cerca de 15% da reciclagem de plástico na Europa é energética.

A reciclagem mecânica é a mais utilizada no Brasil, e consiste na conversão dos descartes plásticos em grânulos, que poderão ser utilizados na fabricação de sacos de lixo, mangueiras, embalagens não alimentícias, fibras, etc.. Esse tipo de reciclagem possibilita a obtenção de produtos a partir de misturas de diferentes plásticos, em determinadas proporções. No entanto, existem combinações incompatíveis, como por exemplo, PVC e PET. Devido a isso, os plásticos foram identificados universalmente, como ilustra o quadro 6.

1	PET	Polietileno Tereftalato
2	PEAD	Polietileno de Alta Densidade
3	PVC	Policloreto de Vinicola
4	PEBD/PEMD	Polietileno de Baixa Densidade
5	PP	Polipropileno
6	PS, EPS, HIPS	Poliestireno
7	OT	Outros plásticos de engenharia

QUADRO 6. Identificação dos plásticos para reciclagem.

Fonte: Grippi (2001).

A utilização de materiais reciclados é considerada, atualmente, como ponto fundamental para um bom projeto. O avanço tecnológico tem ajudado neste sentido, e cada vez mais técnicas de reciclagem estão sendo desenvolvidas. Até mesmo materiais considerados ecologicamente incorretos, como os pneus, por exemplo, estão encontrando usos ambientalmente corretos. Como explica Grippi (2001), além da recuperação de pneus e da recauchutagem (técnicas antigas utilizadas), atualmente nos Estados Unidos, pesquisam-se os seguintes usos alternativos para os pneus: queima e geração de energia (31%); agregação em fábricas de asfalto (2%) e agregação na construção civil (2%). Os demais 65% ainda são usados na recauchutagem e em aterros.

#### 4.9 MAEM-6F – Considerações finais do capítulo

Conforme mostrado ao longo desse capítulo, o método MAEM-6F aborda seis grupos de fatores que influenciam qualquer projeto de produto. Obviamente que, dependendo do produto em questão, os fatores terão grau de relevância diferenciado; porém, em nenhum produto, algum dos fatores terá grau nulo de importância.

O método MAEM-6F objetiva proporcionar aos projetistas uma maior segurança na escolha dos materiais de seus produtos. Os projetistas, em geral, não são especialistas ambientais, econômicos ou de mercado. Mesmo em equipes multidisciplinares, é difícil conseguir reunir

experts nas seis áreas. No entanto, não se pode esperar que eles consultem especialistas toda vez que se depararem com um problema. Eles necessitam de maneiras simples, objetivas e confiáveis para determinar, com exatidão, que tipo de implicações suas escolhas acarretarão. Deste modo, o MAEM-6F procura estabelecer relações entre os fatores importantes para um bom projeto de produto. A figura 44 ilustra o método e seu posicionamento em projetos.

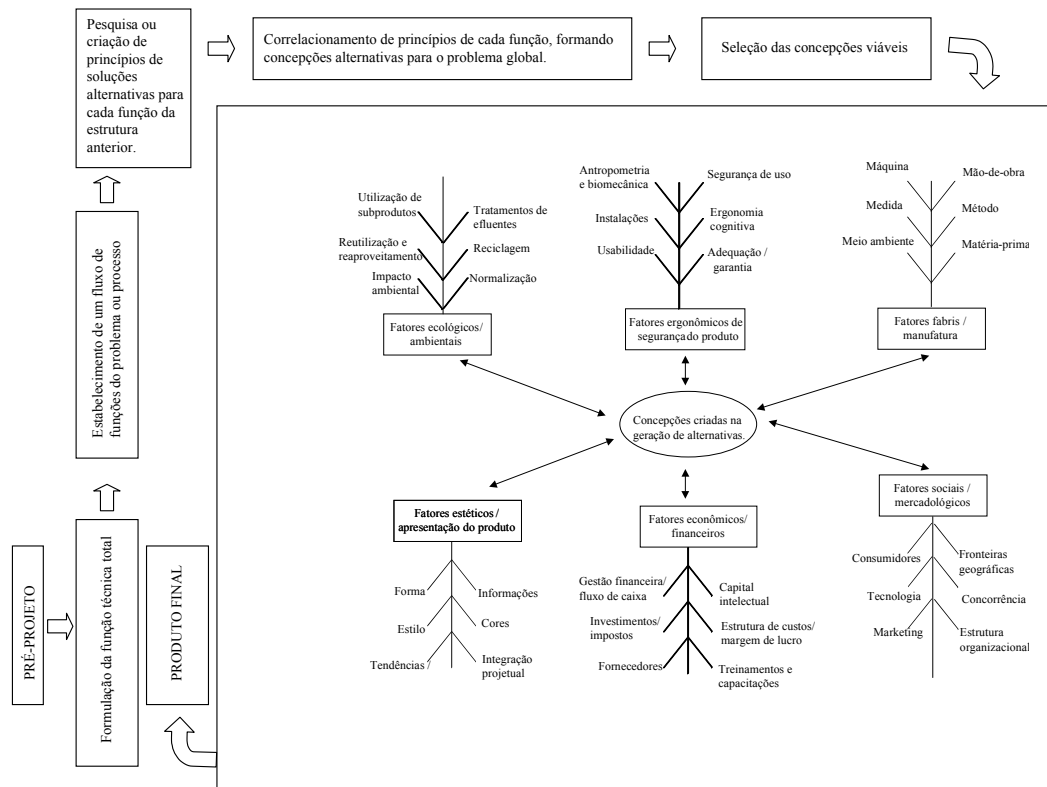


Figura 44. O MAEM-6F e seus desdobramentos no projeto de produtos.

No entanto, apenas orientando-se pela figura 44, o processo apresenta-se confuso. É necessário portanto, um procedimento sistemático, que guie os projetistas através dos fluxos do método, permitindo tomadas de decisão a cada etapa. Isso é obtido através de quadros auxiliares que serão aplicados em cada etapa. Após a aplicação de cada quadro auxiliar, a equipe de projeto terá, em valores numéricos, a classificação de determinados materiais. Com a soma de todos os quadros auxiliares, é possível colocar em uma escala gradual, os materiais mais indicados para o produto em questão.

## **5. MAEM-6F: APLICAÇÃO NOS TGI'S – PRIMEIRA PARTE.**

Após finalizada a estrutura do método MAEM-6F (conforme mostrado na figura 44), este foi apresentado aos alunos de Design Industrial da UNIVALI (Universidade do Vale do Itajaí), conforme comentado na introdução desta pesquisa, em dois momentos. Inicialmente, de Março de 2001 à Novembro de 2002, o método foi mostrado nas disciplinas de Fabricação (5º período) e Design e Meio Ambiente (8º período). Em ambas as ocasiões, foi apresentada apenas a estrutura do método, com as relações entre os seus desdobramentos. Cada desdobramento foi conceituado e estabelecido seu inter-relacionamento com os outros desdobramentos, seguindo os moldes apresentados no capítulo anterior.

Não houve portanto, nessa primeira etapa de pesquisa de campo, preenchimento de quadros auxiliares. Este capítulo apresenta, na seqüência, a análise de onze trabalhos finais, verificando, conforme o proposto pelo MAEM-6F, aspectos abordados, aspectos abordados superficialmente e aspectos não abordados.

Foi estipulado, para efeito de análise estatística, o grau 1,0 para itens abordados; 0,5 para itens abordados superficialmente e 0,0 para itens não abordados (que resultam nos valores dados no final de cada tabela) apresentados neste capítulo.

### **5.1 TGI's defendidos sem a aplicação completa do método – apresentação**

Este item apresenta os Trabalhos de Graduação Interdisciplinares (TGIs) de onze alunos que se formaram em Design Industrial na UNIVALI, em Dezembro de 2002. Não houve nestes trabalhos aplicação completa do método. Todos conheciam o método, mas não houve incentivo para sua aplicação. De modo que, apresentam-se na seqüência, breves resumos dos trabalhos, mostrando concepção final, e materiais escolhidos. No apêndice 3 mostra-se,



através de tabelas, a abordagem tomada sob os seis desdobramentos: econômico, ecológico, estético, fabril, mercadológico e ergonômico.

- Análise de TGI 1: Equipamento para deslocamento de alimentos na praia. Trabalho desenvolvido por Amanda Amorim da Silva, apresentado em Dezembro de 2002. Trata-se de um equipamento para vendedores ambulantes atuarem na praia. A figura 45 ilustra o projeto. Conforme pode-se ver no apêndice 3, este trabalho obteve 17 pontos, distribuídos do seguinte modo: 13 desdobramentos analisados na íntegra, 8 desdobramentos analisados superficialmente e 15 desdobramentos não analisados.



Perspectiva do produto:	Função de uso:	Materiais usados:
		<p>PEAD: estrutura da caixa térmica e reservatório de líquidos.</p> <p>PU: isolante térmico da caixa e do compartimento para líquidos.</p> <p>PA 6.6.: colete que sustenta a caixa térmica e o compartimento para líquidos.</p> <p>Technogel: amortecimento do impacto da caixa térmica no corpo e do peso suportado pelos ombros.</p>

Figura 45. Equipamento para deslocamento de alimentos na praia.  
Fonte: Silva (2002).

- Análise de TGI 2: Capacete para ocupantes de motocicletas e similares. Trabalho desenvolvido por Carlos Eduardo de Borba, apresentado em Dezembro de 2002. Trata-se de um capacete para motociclistas. A figura 46 ilustra o projeto. Conforme pode-se ver no apêndice 3, este trabalho obteve 18,5 pontos, distribuídos do seguinte modo: 13 desdobramentos analisados na íntegra, 11 desdobramentos analisados superficialmente e 12 desdobramentos não analisados.

- Análise de TGI 3: Carrinho para transporte de alimentos em hotéis. Trabalho desenvolvido por Kaly Alexandra Velho, apresentado em Dezembro de 2002. Trata-se da confecção de um carrinho para serviços de quarto em hotéis. A figura 47 ilustra o projeto. Conforme pode-se ver no apêndice 3, este trabalho obteve 19 pontos, distribuídos do seguinte modo: 14 desdobramentos analisados na íntegra, 10 desdobramentos analisados superficialmente e 12 desdobramentos não analisados.


Perspectiva do produto:	Materiais usados:
	<p>Fibra de carbono ou fibra de aramida (kevlar): casco externo.</p> <p>EPS: casco interno.</p> <p>TPU: revestimento interno.</p> <p>EVA: queixeiros.</p> <p>PETG: viseiras.</p> <p>ABS: abas de proteção e cintas jugular.</p>

Figura 46. *Triploface*: Capacete para ocupantes de motocicletas e similares.  
Fonte: Borba (2002).


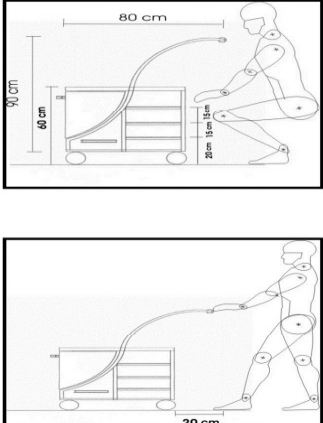
Perspectiva do produto:	Função de uso:	Materiais usados
		<p>PA 6: bandejas inferiores.</p> <p>Silicone: molde e pegas.</p> <p>Aço inox AISI 304: em toda a estrutura principal.</p>

Figura 47. Carrinho para transporte de alimentos em hotéis.  
Fonte: Velho (2002).

- Análise de TGI 4: *Sandboard* ecológico. Trabalho desenvolvido por Ronaldo Martins Glufke, apresentado em Dezembro de 2002. Trata-se da confecção de um equipamento para prática de esportes. A figura 48 ilustra o projeto. Conforme pode-se ver no apêndice 3, este trabalho obteve 23 pontos, distribuídos do seguinte modo: 19 desdobramentos analisados na íntegra, 8 desdobramentos analisados superficialmente e 9 desdobramentos não analisados.


Perspectiva do produto:	Materiais usados
	PEAD: corpo PVC: batentes de suporte para a presilha Lona biodegradável: presilha Aço zincado: rebites e parafusos EVA: apoio para o pé. Vinil adesivo: programação visual.

Figura 48. *Snake – Sandboard* ecológico.

Fonte: Glufke (2002).

- Análise de TGI 5: Espreguiçadeira para pousada. Trabalho desenvolvido por Lucinéia Corrêa, apresentado em Dezembro de 2002. Trata-se de uma cadeira para pousadas. A figura 49 ilustra o projeto. Conforme pode-se ver no apêndice 3, esse trabalho obteve 20,5 pontos, distribuídos do seguinte modo: 15 desdobramentos analisados na íntegra, 11 desdobramentos analisados superficialmente e 10 desdobramentos não analisados.

Perspectiva do produto:	Função de uso:	Materiais usados:
		Eucalipto: estrutura da cadeira. PET: encosto e assento. Adesivo Loctite 401: uniões.

Figura 49. Espreguiçadeira para pousada.

Fonte: Corrêa (2002).

- Análise de TGI 6: Betinho Carrero – O jogo. Trabalho desenvolvido por Sandra Bleggi, apresentado em Dezembro de 2002. Trata-se da elaboração de um jogo para crianças baseado no parque temático Beto Carrero. A figura 50 ilustra o projeto. Conforme pode-se ver no apêndice 3, este trabalho obteve 19 pontos, distribuídos do seguinte modo: 14 desdobramentos analisados na íntegra, 10 desdobramentos analisados superficialmente e 12 desdobramentos não analisados.

Produto:	Materiais usados:
----------	-------------------



Os brinquedos podem ser feitos de plásticos (PP, PEAD ou EVA), ou madeira de Pinus.

Figura 50. Betinho Carrero – o jogo.  
Fonte: Bleggi (2002).

- Análise de TGI 7: Brinquedos para crianças especiais. Trabalho desenvolvido por Charlotte Galvan, apresentado em Dezembro de 2002. Trata-se da confecção de brinquedos para crianças portadoras de paralisia cerebral. A figura 51 ilustra o projeto. Conforme pode-se ver no apêndice 3, esse trabalho obteve 21 pontos, distribuídos do seguinte modo: 15 desdobramentos analisados na íntegra, 12 desdobramentos analisados superficialmente e 9 desdobramentos não analisados.


Perspectiva do produto:	Materiais usados
	<p>Tinta Suvnil <i>Magic</i>: pintura  EVA: peças de brinquedo  PP: estrutura do brinquedo e encaixes  Imã</p>

Figura 51. Brinquedos para crianças especiais.  
Fonte: Galvan (2002).

- Análise de TGI 8: *Scooter* submarina. Trabalho desenvolvido por Fabrício Grauppe, apresentado em Dezembro de 2002. Trata-se de um equipamento para mergulho. A figura 52 ilustra o projeto. Conforme pode-se ver no apêndice 3, esse trabalho obteve 18,5 pontos, distribuídos do seguinte modo: 14 desdobramentos analisados na íntegra, 9 desdobramentos analisados superficialmente e 13 desdobramentos não analisados.

Perspectiva do produto:	Projeto do painel:	Materiais usados:
		PC: faróis Fibra de vidro: estrutura e base EVA: anti-derrapante TPU: pegas.

Figura 52. *Scooter* submarina.  
Fonte: Grauppe (2002).

- Análise de TGI 9: Corais – Linhas de revestimento. Trabalho desenvolvido por Márcio Kuhn, apresentado em Dezembro de 2002. Trata-se basicamente da elaboração de uma linha de cerâmicas Portobello. A figura 53 ilustra o projeto. Conforme pode-se ver no apêndice 3, esse trabalho obteve 30 pontos, distribuídos do seguinte modo: 26 desdobramentos analisados na íntegra, 8 desdobramentos analisados superficialmente e 2 desdobramentos não analisados.

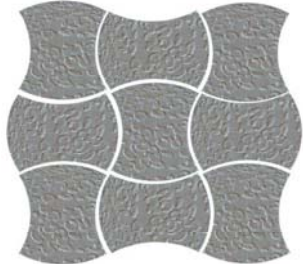
Produto:	Materiais usados:
	Argila Feldspato; Caulim; Alumina; Corantes; Pigmentos Solúveis (Sais Solúveis)

Figura 53. Corais – linhas de revestimento.  
Fonte: Kuhn (2002).

- Análise de TGI 10: *Aqua* – Mobiliário para casas noturnas. Trabalho desenvolvido por Roberta Pazzini Mueller, apresentado em Dezembro de 2002. Trata-se da confecção de cadeiras para descanso em boates. A figura 54 ilustra o projeto. Conforme pode-se ver no apêndice 3, esse trabalho obteve 16,5 pontos, distribuídos do seguinte modo: 14 desdobramentos analisados na íntegra, 5 desdobramentos analisados superficialmente e 17 desdobramentos não analisados.

Perspectiva do produto:	Materiais usados
-------------------------	------------------



Metais: alumínio e aço zincado.  
 Polímeros: PMMA (acrílico), PC (policarbonato) e PETG.  
 Tintas: pintura eletrostática.  
 Encontros: poliuretano (PU) injetado com densidade 50.  
 Costuras: tecido *Crosstech*.

Figura 54. *Aqua* – Mobiliário para casas noturnas.  
 Fonte: Mueller (2002).

- Análise de TGI 11: Veículo compacto para uso *off-road*. Trabalho desenvolvido por Ricardo Fontes Schramm Júnior, apresentado em Dezembro de 2002. Trata-se do desenvolvimento de um carro conceitual para transporte e lazer. A figura 55 ilustra o projeto. Conforme pode-se ver no apêndice 3, esse trabalho obteve 19 pontos, distribuídos do seguinte modo: 16 desdobramentos analisados na íntegra, 6 desdobramentos analisados superficialmente e 14 desdobramentos não analisados.

Perspectiva do produto:	Materiais usados:
	Transparências: Policarbonato Lexan. Carroceria: blenda Valox 800. Alguns elementos em nylon PA 6.6.

Figura 55. Veículo compacto para uso *off-road*.  
 Fonte: Schramm Júnior (2002).

## 5.2 Análise dos TGIs defendidos sem a aplicação completa do MAEM-6F

Pelas tabelas mostradas no apêndice 3, observa-se que alguns fatores tiveram pouca importância nos projetos desenvolvidos pelos estudantes, especialmente os econômicos e os ecológicos. O quadro 7 mostra um resumo dos desdobramentos considerados nos TGIs avaliados. Percebe-se que os itens *medida* (fatores fabris), *consumidores* e *concorrência* (fatores mercadológicos), *forma* e *cores* (fatores estéticos) e *usabilidade* (fatores

ergonômicos) tiveram 100% de aplicação. Em contrapartida, os desdobramentos *capital intelectual e treinamentos e capacitações*, ambos dos fatores econômicos, tiveram 0% de aplicação.

A figura 56 mostra uma análise com relação aos dados coletados, mostrando em percentagem os desdobramentos abordados superficialmente e os não abordados para cada grupo de fatores. A figura 57 analisa os resultados obtidos dos TGIs sob outro aspecto, procurando respostas para a questão: por que alguns desdobramentos foram mais utilizados pelos alunos do que outros? A resposta para isso passa pela análise da estrutura curricular do curso (mostrada no anexo A), onde percebe-se que os desdobramentos ecológicos são muito pouco estudados (praticamente somente no final do curso, nas disciplinas Design e Meio Ambiente) e os desdobramentos econômicos praticamente não são abordados no curso, pois não existe nenhuma disciplina específica que trabalhe com isso.

Abordagem dos desdobramentos	Item abordado	% do total	Item abordado superficialmente	% do total	Item não abordado	% do total
Máquina	4	36,36	6	54,55	1	9,09
Meio-ambiente	1	9,09	3	27,27	7	63,64
Mão-de-obra	1	9,09	2	18,18	8	72,73
Método	8	72,73	3	27,27	0	0,00
Matéria-prima	7	63,64	4	36,36	0	0,00
Medida	11	100,00	0	0,00	0	0,00
Consumidores	11	100,00	0	0,00	0	0,00
Fronteiras geográficas	5	45,45	5	45,45	1	9,09
Tecnologia	10	90,91	1	9,09	0	0,00
Concorrência	11	100,00	0	0,00	0	0,00
Marketing	10	90,91	1	9,09	0	0,00
Estrutura organizacional	0	0,00	5	45,45	6	54,55
Fornecedores	4	36,36	5	45,45	2	18,18
Gestão financeira	0	0,00	4	36,36	7	63,64
Investimentos	0	0,00	3	27,27	8	72,73
Capital intelectual	0	0,00	0	0,00	11	100,00
Estrutura de custos	0	0,00	2	18,18	9	81,82
Treinamentos e capacitações	0	0,00	0	0,00	11	100,00
Forma	11	100,00	0	0,00	0	0,00
Estilo	10	90,91	1	9,09	0	0,00
Tendências	10	90,91	1	9,09	0	0,00
Informações	2	18,18	9	81,82	0	0,00
Cores	11	100,00	0	0,00	0	0,00
Integração projetual	0	0,00	4	36,36	7	63,64
Segurança de uso	3	27,27	5	45,45	3	27,27
Antropometria e biomecânica	9	81,82	2	18,18	0	0,00
Instalações	1	9,09	5	45,45	5	45,45
Ergonomia cognitiva	9	81,82	1	9,09	1	9,09
Usabilidade	11	100,00	0	0,00	0	0,00
Adequação / garantia	3	27,27	3	27,27	5	45,45
Reciclagem	5	45,45	6	54,55	0	0,00
Utilização de subprodutos	1	9,09	6	54,55	4	36,36
Normalização	1	9,09	1	9,09	9	81,82
Impacto ambiental	1	9,09	4	36,36	6	54,55
Reutilização/ reaproveitamento	1	9,09	5	45,45	5	45,45
Tratamento de efluentes	0	0,00	1	9,09	10	90,91

QUADRO 7 – Desdobramento dos fatores encontrados nos TGIs.



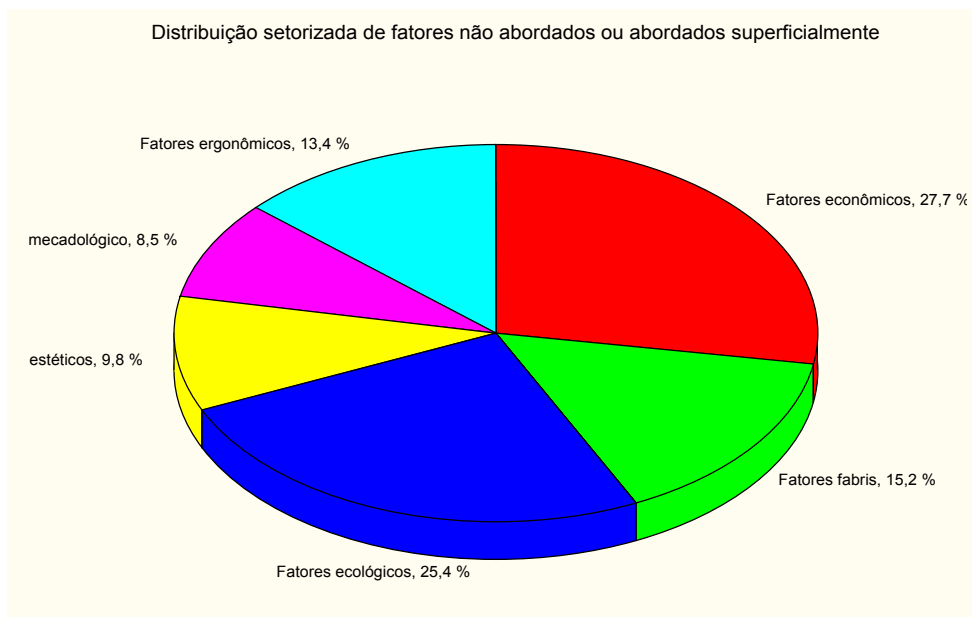


Figura 56. Distribuição em percentagem dos desdobramentos não analisados ou analisados superficialmente.

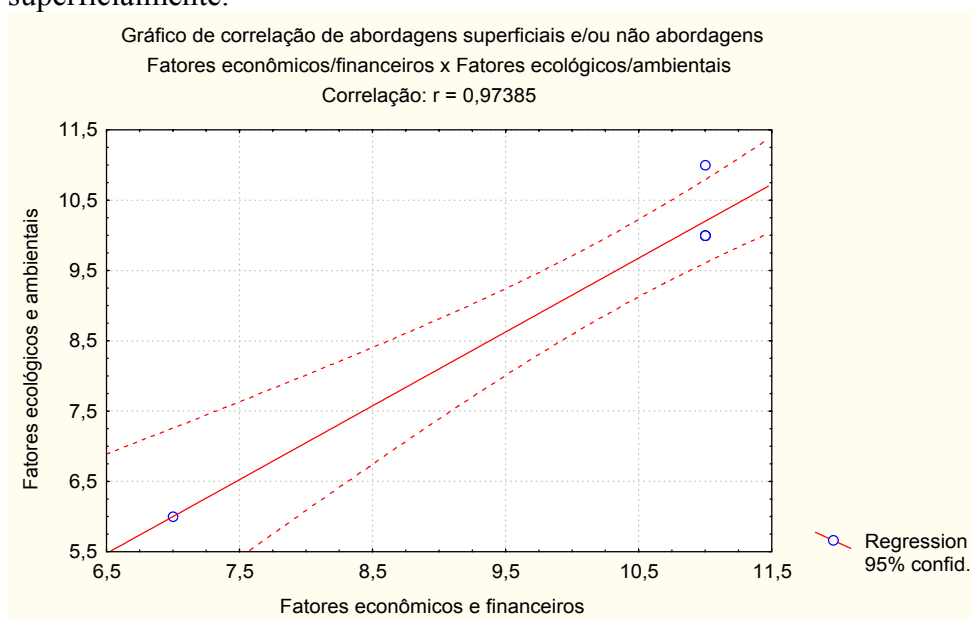


Figura 57. Gráfico de correlação entre abordagens superficiais ou não abordagens dos fatores ecológicos *versus* fatores econômicos.

O tipo de análise realizado na figura 57 pode ser feita para todos os desdobramentos, com resultados semelhantes.

Na sequência, este trabalho apresenta a elaboração dos quadros auxiliares, criados com o objetivo de facilitar a aplicação do método MAEM-6F, especialmente naqueles desdobramentos que tiveram relação menor de 50% da aplicação, indicados na tabela com a cor vermelha.



## 6. MAEM-6F: DESENVOLVIMENTO DOS QUADROS AUXILIARES

Após o término das fases de geração de alternativas e escolha da alternativa final, inicia-se a especificação dos materiais mais prováveis para uso. O MAEM-6F é utilizado em dois momentos no projeto:

1) utilizando-se do esquema geral do método, como mostrado na figura 58, através de reuniões interdisciplinares, faz-se uma pré-escolha de alguns materiais mais indicados às situações exigidas e a alternativa formal escolhida. Esta escolha é feita de modo amplo, dividindo-se os materiais (conforme mostrado no apêndice 2) em grupos, sub-grupos e tipos. Desse modo, a fase inicial do MAEM-6F serve apenas para escolhas generalizadas;

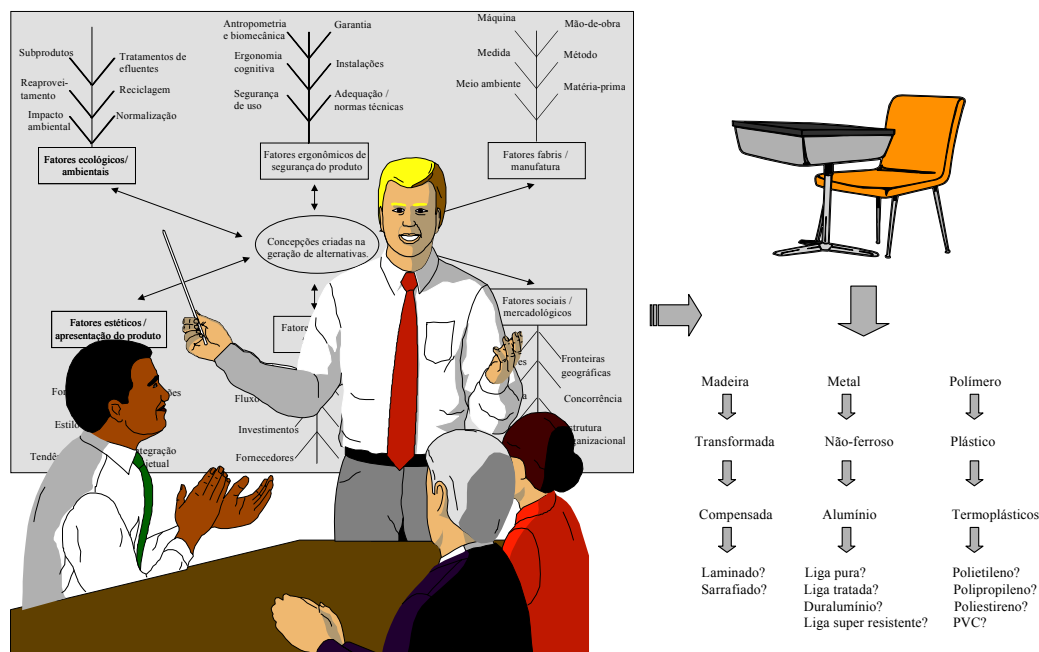


Figura 58. Reuniões interdisciplinares para pré-seleção dos materiais: fase 1 do MAEM-6F.

2) resposta das questões dos quadros auxiliares.

O método abrange seis fatores e cada um foi desdobrado inicialmente em seis elementos, totalizando 36 itens a serem considerados. O item matéria-prima (fatores fabris e de

manufatura) não é considerado, pois é o momento de início da aplicação do método. Logo, consideram-se 35 fatores para análise.

Inicialmente, foram elaboradas três questões para cada fator, resultando em quadros auxiliares de 105 questões. Como cada fator permitia a marcação de pontos de 1 a 5, a variação de mínimo e máximo entre os materiais ficou estabelecida de 105 a 525 pontos. Ou seja, quanto mais próximo de 105 pontos estivesse o material, menos adequado para aquele uso este seria.

Esse modelo de quadros auxiliares foi o primeiro a ser testado e continha questões que abordavam o quesito *material a ser escolhido* de maneira direta, e outras que abordavam questões referentes ao projeto como um todo, estando o material incluído nesse processo. Devido a isso, a maioria das questões generalizadas acabava por permitir a mesma resposta, não importando o tipo de material que estava sendo analisado. Como o objetivo dessas questões era servir como um possível diagnóstico das condições produtivas encontradas, independente do tipo de material utilizado, na versão número 2 dos quadros auxiliares estas foram eliminadas, reduzindo-se o modelo final para 75 questões.

Pode-se observar que algumas questões do grupo remanescente abordam o mesmo tema, de forma diferenciada. Por exemplo, a aquisição de máquinas é tema de questões no item máquina e no item meio-ambiente; ambos pertencentes aos fatores fabris e de manufatura. Isto demonstra a inter-relação entre os desdobramentos de cada um dos seis fatores. O item máquina também é analisado no subitem investimentos dos fatores econômicos e financeiros, demonstrando a inter-relação também entre os seis grupos de fatores. Assim como o item máquina (abordado aqui apenas para exemplificar), diversos outros são considerados em diferentes fatores e desdobramentos.

A aplicação da segunda versão dos quadros auxiliares proporcionou novas análises, cujo resultado final foi a inclusão da possibilidade de o usuário colocar pesos em cada questão. Assim, dependendo do tipo de produto que está sendo projetado, os fatores ecológicos podem ter maior peso do que os fatores fabris, ou vice-versa. Foi estabelecido então, que cada questão pode ter um peso que oscila entre 1 e 3, sendo 1 pouco importante e 3, muito importante. Na seqüência, é apresentado o modelo final dos quadros auxiliares do MAEM-6F (quadros 8 a 13).

## QUADRO 8: Fatores fabris e de manufatura.

<b>Máquina:</b>		Peso: <input type="checkbox"/> muito forte (3) <input type="checkbox"/> forte (2) <input type="checkbox"/> fraco (1)
<b>1. A empresa possui as máquinas necessárias para a fabricação do produto em seu parque fabril?</b>		
<input type="checkbox"/>	100% das máquinas necessárias fazem parte do parque fabril da empresa.	5
<input type="checkbox"/>	70% – 99% das máquinas necessárias fazem parte do parque fabril da empresa.	4
<input type="checkbox"/>	50% – 69% das máquinas necessárias fazem parte do parque fabril da empresa.	3
<input type="checkbox"/>	30% – 49% das máquinas necessárias fazem parte do parque fabril da empresa.	2
<input type="checkbox"/>	Até 29% das máquinas necessárias fazem parte do parque fabril da empresa.	1
Pontuação:		
<b>2. Sendo necessário, existe na mesma região, a possibilidade de terceirizar etapas da fabricação do produto?</b>		
<input type="checkbox"/>	100% das partes constituintes do produto poderão ser terceirizadas em empresas da região.	5
<input type="checkbox"/>	70% a 99% das partes constituintes do produto poderão ser terceirizadas em empresas da região.	4
<input type="checkbox"/>	50% a 69% das partes constituintes do produto poderão ser terceirizadas em empresas da região.	3
<input type="checkbox"/>	30% a 49% das partes constituintes do produto poderão ser terceirizadas em empresas da região.	2
<input type="checkbox"/>	Menos de 30% das partes constituintes do produto poderão ser terceirizadas em empresas da região.	1
Pontuação:		
<b>3. Quanto à produtividade, considerando o material analisado, haverá necessidade do projeto de dispositivos, ferramentas específicas ou adaptadores nas máquinas existentes?</b>		
<input type="checkbox"/>	O material adapta-se perfeitamente ao sistema produtivo da empresa, não havendo necessidade de projetos complementares de métodos e/ou processos.	5
<input type="checkbox"/>	Haverá a necessidade de projetos simples, internos, de ferramentas e dispositivos, em menos de 30% das máquinas existentes.	4
<input type="checkbox"/>	Haverá a necessidade de projetos de dispositivos e aquisição de ferramentas e acessórios específicos, em até 50% das máquinas existentes.	3
<input type="checkbox"/>	Haverá necessidade de projetos simples, internos, de ferramentas e dispositivos, em mais de 70% das máquinas existentes.	2
<input type="checkbox"/>	Haverá a necessidade de projetos de dispositivos e aquisição de ferramentas e acessórios específicos, em mais de 50% das máquinas existentes.	1
Pontuação:		
<b>Meio-ambiente:</b>		Peso: <input type="checkbox"/> muito forte (3) <input type="checkbox"/> forte (2) <input type="checkbox"/> fraco (1)
<b>4. Com relação ao nível de estoque intermediário entre as operações, para o material analisado:</b>		
<input type="checkbox"/>	Com o layout atual, o estoque intermediário gerado entre as operações é praticamente nulo.	5
<input type="checkbox"/>	Com o layout atual, o estoque intermediário gerado entre as operações é muito baixo.	4
<input type="checkbox"/>	Com o layout atual, o estoque intermediário gerado entre as operações é de nível médio.	3
<input type="checkbox"/>	Com o layout atual, o estoque intermediário gerado entre as operações é alto.	2
<input type="checkbox"/>	Com o layout atual, o estoque intermediário gerado entre as operações é muito alto.	1
Pontuação:		
<b>5. Quanto ao posicionamento de máquinas e dispositivos, o fluxo produtivo obedece a uma sequência lógica, sem a propagação de gargalos?</b>		
<input type="checkbox"/>	Todo o produto pode ser fabricado em uma sequência única, sem interrupções.	5
<input type="checkbox"/>	Até 80% do produto pode ser fabricado em uma sequência única, sem interrupções.	4
<input type="checkbox"/>	Até 60% do produto pode ser fabricado em uma sequência única, sem interrupções.	3
<input type="checkbox"/>	Até 40% do produto pode ser fabricado em uma sequência única, sem interrupções.	2
<input type="checkbox"/>	Menos de 40% do produto pode ser fabricado em uma sequência única, sem interrupções.	1
Pontuação:		
<b>6. Considerando o material em específico, em relação à necessidades previstas no layout:</b>		
<input type="checkbox"/>	Não haverá necessidade de aquisição de máquinas e/ou dispositivos, nem mudanças no layout.	5
<input type="checkbox"/>	Haverá necessidade de aquisição de poucos dispositivos, sem mudanças no layout.	4
<input type="checkbox"/>	Haverá necessidade de aquisição de algumas máquinas, com pequenas alterações no layout.	3
<input type="checkbox"/>	Haverá necessidade de aquisição de várias máquinas, e algumas mudanças no layout da fábrica.	2

<input type="checkbox"/>	Haverá necessidade de aquisição de máquinas, ferramental e dispositivos, além de alterações profundas no layout, como troca de setores e/ou criação de novos setores.	1
Pontuação:		
<b>Medida:</b>		Peso: <input type="checkbox"/> muito forte (3) <input type="checkbox"/> forte (2) <input type="checkbox"/> fraco (1)
7. Quanto as dimensões projetadas, são encontradas em tamanhos padrões nos fabricantes?		
<input type="checkbox"/>	100% das dimensões projetadas possuem tamanhos padronizados.	5
<input type="checkbox"/>	Até 70% das dimensões projetadas possuem tamanhos padronizados.	4
<input type="checkbox"/>	Até 50% das dimensões projetadas possuem tamanhos padronizados.	3
<input type="checkbox"/>	Até 30% das dimensões projetadas possuem tamanhos padronizados.	2
<input type="checkbox"/>	Menos de 30% das dimensões projetadas possuem tamanhos padronizados.	1
Pontuação:		
8. Quanto as medidas finais do produto, considerando o aproveitamento de matérias-primas:		
<input type="checkbox"/>	O desperdício final de matéria-prima é de até 20%, considerando resíduos e sobras.	5
<input type="checkbox"/>	O desperdício final de matéria-prima é de até 30%, considerando resíduos e sobras.	4
<input type="checkbox"/>	O desperdício final de matéria-prima é de até 40%, considerando resíduos e sobras.	3
<input type="checkbox"/>	O desperdício final de matéria-prima é de até 50%, considerando resíduos e sobras.	2
<input type="checkbox"/>	O desperdício final de matéria-prima é superior a 50%, considerando resíduos e sobras.	1
Pontuação:		
9. Quanto ao aspecto de tolerâncias e ajustes dimensionais:		
<input type="checkbox"/>	As medidas foram projetadas com tolerâncias folgadas e ajustes médios, favorecendo a fabricação em máquinas padrões e com grau médio de especialização da mão-de-obra.	5
<input type="checkbox"/>	As medidas foram projetadas com tolerâncias folgadas e ajustes precisos, necessitando-se máquinas mais rígidas, com grau médio de especialização da mão-de-obra.	4
<input type="checkbox"/>	As medidas foram projetadas com pequenas margens de tolerâncias e ajustes precisos, exigindo máquinas rígidas, com grau médio de especialização da mão-de-obra.	3
<input type="checkbox"/>	As medidas foram projetadas com pequenas margens de tolerâncias e ajustes extra-precisos, exigindo máquinas rígidas e grau alto de especialização da mão-de-obra.	2
<input type="checkbox"/>	As medidas foram projetadas com pequeníssima margem de tolerâncias; ajustes com interferências, exigindo máquinas muito rígidas e altíssimo grau de especialização da mão-de-obra.	1
Pontuação:		
<b>Método:</b>		Peso: <input type="checkbox"/> muito forte (3) <input type="checkbox"/> forte (2) <input type="checkbox"/> fraco (1)
10. Quanto aos métodos e processos necessários para a execução do produto:		
<input type="checkbox"/>	100% dos métodos e processos de fabricação utilizados são convencionais, de conhecimento geral.	5
<input type="checkbox"/>	De 80% a 99% dos métodos e processos de fabricação necessários são convencionais.	4
<input type="checkbox"/>	De 60% a 79% dos métodos e processos de fabricação necessários são convencionais.	3
<input type="checkbox"/>	De 30% a 59% dos métodos e processos de fabricação necessários são convencionais.	2
<input type="checkbox"/>	Menos de 30% dos métodos e processos de fabricação necessários são convencionais.	1
Pontuação:		
11. O projeto permite a utilização de componentes modulares e padronizados?		
<input type="checkbox"/>	Todas as partes internas do produto e até 30% das externas são padronizadas e/ou modulares.	5
<input type="checkbox"/>	Todas as partes internas do produto e até 20% das externas são padronizadas e/ou modulares.	4
<input type="checkbox"/>	Todas as partes internas do produto e até 10% das externas são padronizadas e/ou modulares.	3
<input type="checkbox"/>	Somente as partes internas do produto são padronizadas e/ou modulares.	2
<input type="checkbox"/>	Nem todas as partes internas do produto são padronizadas e/ou modulares.	1
Pontuação:		
12. Os métodos e técnicas necessários para a execução do produto podem ser realizados na própria fábrica?		
<input type="checkbox"/>	Todos os métodos e técnicas necessários podem ser realizados internamente.	5
<input type="checkbox"/>	De 80% a 99% dos métodos e técnicas necessários podem ser realizados internamente.	4
<input type="checkbox"/>	De 60% a 79% dos métodos e técnicas necessários podem ser realizados internamente.	3
<input type="checkbox"/>	De 40% a 59% dos métodos e técnicas necessários podem ser realizados internamente.	2
<input type="checkbox"/>	Menos de 40% dos métodos e técnicas necessários podem ser realizados internamente.	1
Pontuação:		
<b>Mão-de-obra:</b>		Peso: <input type="checkbox"/> muito forte (3) <input type="checkbox"/> forte (2) <input type="checkbox"/> fraco (1)
13. Considerando os processos que serão necessários executar, com a utilização do material escolhido:		
<input type="checkbox"/>	A mão-de-obra está preparada para executar todos os métodos e processos necessários.	5
<input type="checkbox"/>	Até 20% dos métodos e processos são novos, necessitando treinamento.	4

<input type="checkbox"/>	De 21% a 40% dos métodos e processos são novos, necessitando treinamento.	3
<input type="checkbox"/>	De 41% a 60% dos métodos e processos são novos, necessitando treinamento.	2
<input type="checkbox"/>	A mão-de-obra precisa ser totalmente treinada em novos métodos e processos.	1
Pontuação:		
<b>14. Quanto a relação existente entre a mão-de-obra e a produtividade obtida, com o material escolhido:</b>		
<input type="checkbox"/>	Todos os processos fabris são de fácil execução, favorecendo uma alta produtividade.	5
<input type="checkbox"/>	A maioria dos processos fabris (80% a 99%) são de fácil execução, favorecendo a boa produtividade.	4
<input type="checkbox"/>	A média dos processos (60% a 79%) são de fácil execução, com índice regular de produtividade.	3
<input type="checkbox"/>	Poucos processos (30% a 59%) são de fácil execução, dificultando um índice bom de produtividade.	2
<input type="checkbox"/>	Todos os processos fabris são difíceis de serem executados, prejudicando a produtividade final.	1
Pontuação:		

Os fatores fabris e de manufatura somam 14 questões, levando a uma variação de 210 pontos no máximo (considerando pontuação máxima e peso 3 em todos os quesitos) e 14 pontos no mínimo (considerando pontuação mínima e peso 1 em todos os quesitos).

#### QUADRO 9: Fatores mercadológicos e sociais.

<b>Consumidores:</b>		Peso: <input type="checkbox"/> muito forte (3) <input type="checkbox"/> forte (2) <input type="checkbox"/> fraco (1)
<b>15. Quanto ao poder aquisitivo do público-alvo do produto projetado:</b>		
<input type="checkbox"/>	O público-alvo se constitui, na sua totalidade (mais de 90%), de indivíduos de classe média-alta, preferindo produtos confeccionados com material de alta qualidade.	5
<input type="checkbox"/>	O público-alvo se constitui, em sua maioria (mais de 60%) de indivíduos de classe média-alta, preferindo produtos confeccionados com material de alta qualidade.	4
<input type="checkbox"/>	O público-alvo se constitui, em sua maioria, (mais de 60%) de indivíduos de classe média, preferindo produtos confeccionados com material de boa qualidade.	3
<input type="checkbox"/>	O público-alvo se constitui (mais de 50%) de indivíduos de classes média baixa, buscando produtos acessíveis, com a melhor qualidade possível.	2
<input type="checkbox"/>	O público-alvo se constitui, na sua maior proporção (mais de 50%), de indivíduos de classes mais deficitárias, buscando produtos mais acessíveis possível, com a melhor qualidade possível.	1
Pontuação:		
<b>16. Com a pesquisa realizada para início do projeto, os consumidores elaboraram uma série de necessidades e desejos (beleza, praticidade, segurança, etc.). Quanto ao material escolhido, analisando sob esse enfoque:</b>		
<input type="checkbox"/>	Mais de 90% das necessidades dos clientes apontadas pelas pesquisas podem ser atendidas.	5
<input type="checkbox"/>	De 70% a 89% das necessidades dos clientes apontadas pelas pesquisas podem ser atendidas.	4
<input type="checkbox"/>	De 50% a 69% das necessidades dos clientes apontadas pelas pesquisas podem ser atendidas.	3
<input type="checkbox"/>	De 30% a 49% das necessidades dos clientes apontadas pelas pesquisas podem ser atendidas.	2
<input type="checkbox"/>	Menos de 30% das necessidades dos clientes apontadas pelas pesquisas podem ser atendidas.	1
Pontuação:		
<b>Tecnologia:</b>		Peso: <input type="checkbox"/> muito forte (3) <input type="checkbox"/> forte (2) <input type="checkbox"/> fraco (1)
<b>17. Quanto ao nível de incremento tecnológico necessário para fabricação do produto:</b>		
<input type="checkbox"/>	100% do produto pode ser produzido com materiais <i>commodities</i> , com pouco incremento tecnológico, como uso de aditivos, tratamentos superficiais, térmicos, químicos, etc..	5
<input type="checkbox"/>	Em torno de 80% do produto pode ser produzido com materiais <i>commodities</i> , com pouco incremento tecnológico, como uso de aditivos, tratamentos superficiais, térmicos, etc..	4
<input type="checkbox"/>	Em torno de 60% do produto pode ser produzido com materiais <i>commodities</i> , com pouco incremento tecnológico, como uso de aditivos, tratamentos superficiais, térmicos, etc..	3
<input type="checkbox"/>	Em torno de 40% do produto pode ser produzido com materiais <i>commodities</i> , com pouco incremento tecnológico, como uso de aditivos, tratamentos superficiais, térmicos, etc..	2
<input type="checkbox"/>	Praticamente todo o produto exige materiais aditivados e sujeitos a posteriores tratamentos superficiais, químicos, etc., não sendo possível o uso de materiais <i>commodities</i> .	1
Pontuação:		

<b>18. O aspecto tecnológico do produto:</b>		
<input type="checkbox"/>	É fator primordial, sendo necessário que todas as partes usem materiais e componentes de última geração.	5
<input type="checkbox"/>	É fator muito importante, com a maioria das partes (de 80% a 90%) necessitando de materiais e componentes de última geração.	4
<input type="checkbox"/>	É fator importante. Boa parte das partes que constituem o produto (de 50% a 79%) devem usar materiais e componentes de última geração.	3
<input type="checkbox"/>	Não é um diferencial exigido para o produto. Apenas algumas partes (de 30% a 49%) necessitam materiais e componentes de última geração.	2
<input type="checkbox"/>	Não é importante, com exceção de umas poucas partes (menos de 30%), que necessitam de materiais e componentes modernos.	1
Pontuação:		
<b>Marketing:</b>		Peso: <input type="checkbox"/> muito forte (3) <input type="checkbox"/> forte (2) <input type="checkbox"/> fraco (1)
<b>19. Quanto a relação existente entre o material analisado e o marketing:</b>		
<input type="checkbox"/>	O material possui excelentes características técnicas e estéticas, podendo ser usado como instrumento de diferenciação e agregação de valor.	5
<input type="checkbox"/>	O material possui boas características, podendo ser usado como instrumento de diferenciação.	4
<input type="checkbox"/>	O material possui características técnicas e estéticas razoáveis, que, dependendo do público-alvo, poderá ser utilizado como instrumento de diferenciação.	3
<input type="checkbox"/>	O material não possui características técnicas boas, mas apresenta boas características estéticas, podendo, dependendo do caso, ser usado como instrumento de diferenciação.	2
<input type="checkbox"/>	O material não possui características que possam ser usadas como instrumento de diferenciação.	1
Pontuação:		
<b>20. Quanto ao relacionamento entre o material utilizado e a marca do produto.</b>		
<input type="checkbox"/>	Para efeitos de marca, o material atende aos requisitos de forma, cores e acabamentos superficiais.	5
<input type="checkbox"/>	Para efeitos de marca, o material atende, mediante tratamentos superficiais, aos requisitos necessários de forma, cores e acabamentos superficiais.	4
<input type="checkbox"/>	Para efeitos de marca, o material atende, mediante tratamentos superficiais e aditivação, aos requisitos necessários de forma, cores e acabamentos superficiais.	3
<input type="checkbox"/>	Para efeitos de marca, o material atende, mediante tratamentos superficiais, químicos e uso de aditivos, aos requisitos necessários de forma, cores e acabamentos superficiais.	2
<input type="checkbox"/>	Para efeitos de marca, o material atende apenas em parte, aos requisitos necessários de forma, cores e acabamentos superficiais, mesmo sujeito a tratamentos superficiais, químicos ou aditivação.	1
Pontuação:		
<b>Fronteiras geográficas:</b>		Peso: <input type="checkbox"/> muito forte (3) <input type="checkbox"/> forte (2) <input type="checkbox"/> fraco (1)
<b>21. Dentro da região preestabelecida para o lançamento do produto, o material analisado:</b>		
<input type="checkbox"/>	Atende perfeitamente necessidades esperadas, ao se considerar aspectos culturais, étnicos, etc..	5
<input type="checkbox"/>	Atende quase que perfeitamente necessidades esperadas, ao se considerar aspectos culturais, étnicos, religiosos, etc..	4
<input type="checkbox"/>	Atende a média das necessidades esperadas ao se considerar aspectos culturais, religiosos, etc..	3
<input type="checkbox"/>	Atende parcialmente as necessidades esperadas ao se considerar aspectos culturais, religiosos, etc..	2
<input type="checkbox"/>	Não atende as necessidades esperadas considerando-se aspectos culturais, étnicos, religiosos, etc..	1
Pontuação:		
<b>Concorrência:</b>		Peso: <input type="checkbox"/> muito forte (3) <input type="checkbox"/> forte (2) <input type="checkbox"/> fraco (1)
<b>22. Quanto a disponibilidade do material considerado:</b>		
<input type="checkbox"/>	Existe grande oferta à nível regional, favorecendo negociações.	5
<input type="checkbox"/>	Existe grande oferta à nível nacional e pequena à nível regional.	4
<input type="checkbox"/>	Existe grande oferta à nível nacional, nenhuma nas proximidades regionais.	3
<input type="checkbox"/>	Existe pouca oferta à nível nacional.	2
<input type="checkbox"/>	Somente obtido através de importação.	1
Pontuação:		
<b>23. Quanto à concorrência existente entre grupos de materiais, considerando o material analisado:</b>		
<input type="checkbox"/>	As características desejadas são muito claras e apenas um grupo de materiais as atendem.	5
<input type="checkbox"/>	As características desejadas são claras, poucos materiais as atendem, a escolha é simples.	4
<input type="checkbox"/>	Algumas características desejadas são abstratas, gerando dúvidas com relação a possíveis materiais que possam atendê-las de forma otimizada.	3
<input type="checkbox"/>	Em torno da metade das características desejadas são abstratas e confusas, dificultando a seleção.	2

<input type="checkbox"/>	Todas as características tem interpretações confusas; dificulta escolher o material mais apropriado.	1
Pontuação:		
<b>Estrutura organizacional:</b>		Peso: <input type="checkbox"/> muito forte (3) <input type="checkbox"/> forte (2) <input type="checkbox"/> fraco (1)
<b>24. Quanto a agilidade da empresa em relação aos negócios envolvendo materiais.</b>		
<input type="checkbox"/>	O departamento de compras tem autonomia total, é ágil, mantém constante atualização em seus bancos de dados e está em constante capacitação.	5
<input type="checkbox"/>	O departamento de compras tem autonomia média, é ágil, mantém constante atualização em seus bancos de dados. Não há investimentos incentivados pela organização em capacitação.	4
<input type="checkbox"/>	O departamento de compras tem pouca autonomia, mesmo assim é ágil, mantém razoavelmente atualizado seus bancos de dados. Precisaria ser melhor capacitado.	3
<input type="checkbox"/>	O departamento de compras tem pouca autonomia, é burocratizado e seus bancos de dados estão desatualizados.	2
<input type="checkbox"/>	A empresa não tem departamento de compras. Estas, são efetuadas por técnicos de outras áreas, o que causa atrasos nas negociações. Não há na empresa bancos de dados atualizados.	1
Pontuação:		

Os fatores mercadológicos e sociais totalizam 10 questões, gerando uma variação de 150 pontos no máximo e 10 pontos no mínimo.

#### QUADRO 10: Fatores econômicos e financeiros.

<b>Gestão financeira / Fluxo de caixa:</b>		Peso: <input type="checkbox"/> muito forte (3) <input type="checkbox"/> forte (2) <input type="checkbox"/> fraco (1)
<b>25. Quanto a complexidade envolvida nas formas projetadas:</b>		
<input type="checkbox"/>	As formas são simples, favorecendo o uso de materiais acessíveis com produção econômica.	5
<input type="checkbox"/>	As formas projetadas são de pequena complexidade, favorecendo o uso de materiais acessíveis e produção com bom índice de custo/benefício.	4
<input type="checkbox"/>	As formas são de média complexidade; algumas partes exigem materiais e processos fabris caros.	3
<input type="checkbox"/>	As formas são complexas; em torno de 50% das partes exigem materiais e processos fabris caros.	2
<input type="checkbox"/>	Quase todas as formas são complexas, exigindo materiais nobres e processos de fabricação especiais.	1
Pontuação:		
<b>26. Quanto a energia gasta pelo material durante seu processamento:</b>		
<input type="checkbox"/>	A energia gasta durante o processamento equivale a 20% ao valor de aquisição do material.	5
<input type="checkbox"/>	A energia gasta durante o processamento equivale a 30% ao valor de aquisição do material.	4
<input type="checkbox"/>	A energia gasta durante o processamento equivale a 50% ao valor de aquisição do material.	3
<input type="checkbox"/>	A energia gasta durante o processamento equivale a 80% ao valor de aquisição do material.	2
<input type="checkbox"/>	A energia gasta durante o processamento é maior do que o valor de aquisição do material.	1
Pontuação:		
<b>Investimentos / impostos:</b>		Peso: <input type="checkbox"/> muito forte (3) <input type="checkbox"/> forte (2) <input type="checkbox"/> fraco (1)
<b>27. Para o material analisado:</b>		
<input type="checkbox"/>	Não haverá necessidade de aquisição de máquinas, nem treinamento extra da mão-de-obra.	5
<input type="checkbox"/>	Haverá necessidade de aquisição de poucos utensílios e ferramentas; não haverá necessidade de treinamentos extras para a mão-de-obra.	4
<input type="checkbox"/>	Haverá necessidade de aquisição de algumas máquinas e ferramentas; a mão-de-obra necessitará de algum treinamento extra.	3
<input type="checkbox"/>	Haverá necessidade de aquisição de várias máquinas, gabaritos, ferramentas, etc. e a mão-de-obra precisará de algum treinamento extra.	2
<input type="checkbox"/>	Haverá necessidade de aquisição de um grande volume de máquinas e a mão-de-obra precisará ser treinada em todos os novos processos.	1
Pontuação:		
<b>28. Especificamente quanto aos investimentos em recursos humanos, para o material analisado:</b>		
<input type="checkbox"/>	Não haverá necessidade de contratação de mão-de-obra específica.	5
<input type="checkbox"/>	Haverá necessidade de contratação de alguns técnicos, sem que seja necessário promover demissões.	4
<input type="checkbox"/>	Haverá necessidade de contratação de vários técnicos, sem que seja necessário promover demissões.	3
<input type="checkbox"/>	Haverá necessidade de contratação de alguns técnicos, que deverão substituir outros já existentes	2

<input type="checkbox"/>	(promovendo pequeno número de demissões).	
<input type="checkbox"/>	Haverá necessidade de contratação de vários técnicos, que deverão substituir outros já existentes (promovendo grande número de demissões).	1
Pontuação:		
29. Quanto ao custo de aquisição do material analisado:		
<input type="checkbox"/>	É barato, promovendo grande margem para precificação, com boa expectativa de lucro.	5
<input type="checkbox"/>	É acessível, promovendo boa margem para precificação, com boa expectativa de lucro.	4
<input type="checkbox"/>	É regular, promovendo margem média para precificação, com expectativa de lucro regular.	3
<input type="checkbox"/>	É alto, promovendo estreita margem para precificação, com expectativa de lucro regular.	2
<input type="checkbox"/>	É muito alto, há estreita margem para preços e pequena expectativa de lucro.	1
Pontuação:		
<b>Fornecedores:</b>		Peso: <input type="checkbox"/> muito forte (3) <input type="checkbox"/> forte (2) <input type="checkbox"/> fraco (1)
30. Quanto a localização dos possíveis fornecedores do material analisado:		
<input type="checkbox"/>	O custo de transporte do material será barato, pois há muita oferta na região.	5
<input type="checkbox"/>	O custo de transporte do material não deverá ser caro, pois há boa oferta na região.	4
<input type="checkbox"/>	O custo de transporte do material é negociável, pois há muita oferta no país, pouca na região.	3
<input type="checkbox"/>	O custo de transporte do material deverá ser alto, pois há pouca oferta no país.	2
<input type="checkbox"/>	O custo de transporte do material deverá ser muito alto, pois este é importado.	1
Pontuação:		
31. Quanto a garantia de qualidade do material recebido:		
<input type="checkbox"/>	Todos os fornecedores possuem certificação ISO 9000 e ISO 14000.	5
<input type="checkbox"/>	Todos os fornecedores possuem certificação ISO 9000, alguns possuem ISO 14000.	4
<input type="checkbox"/>	A maioria dos fornecedores possuem certificação ISO 9000, poucos possuem ISO 14000.	3
<input type="checkbox"/>	Poucos fornecedores são certificados pela ISO 9000, nenhum ainda tem ISO 14000.	2
<input type="checkbox"/>	Nenhum dos fornecedores é certificado pela ISO 9000, nem pela ISO 14000.	1
Pontuação:		
32. Em caso da aquisição de tipos diferentes de um mesmo grupo de materiais:		
<input type="checkbox"/>	Todos os tipos podem ser obtidos do mesmo fornecedor, com certificação de qualidade.	5
<input type="checkbox"/>	A maioria dos tipos podem ser obtidos do mesmo fornecedor, com certificação de qualidade. Somente formulações especiais não poderão ser adquiridas com o fornecedor.	4
<input type="checkbox"/>	A maioria dos tipos podem ser obtidos do mesmo fornecedor, porém sem certificação de qualidade.	3
<input type="checkbox"/>	O fornecedor possui somente materiais <i>commodities</i> , com poucas variáveis. São certificados.	2
<input type="checkbox"/>	O fornecedor possui somente materiais <i>commodities</i> , poucas variáveis e não são certificados.	1
Pontuação:		
<b>Capital Intelectual:</b>		Peso: <input type="checkbox"/> muito forte (3) <input type="checkbox"/> forte (2) <input type="checkbox"/> fraco (1)
33. Considerando a capacitação da equipe de projeto, com relação ao material analisado:		
<input type="checkbox"/>	Toda a equipe de projeto conhece as características e propriedades do material, sabendo exatamente o que esperar de seu processamento, uso e desuso.	5
<input type="checkbox"/>	Grande parte da equipe de projeto (em torno de 80%) conhece as características e propriedades do material, sabendo exatamente o que esperar de seu processamento, uso e desuso.	4
<input type="checkbox"/>	Boa parte da equipe de projeto (em torno de 60%) conhece as características e propriedades do material, sabendo exatamente o que esperar de seu processamento, uso e desuso.	3
<input type="checkbox"/>	Menos da metade da equipe de projeto (em torno de 40%) conhece as características e propriedades do material, sabendo exatamente o que esperar de seu processamento, uso e desuso.	2
<input type="checkbox"/>	Apenas uma pequena parte da equipe de projeto (em torno de 20%) conhece as características e propriedades do material, sabendo exatamente o que esperar de seu processamento, uso e desuso.	1
Pontuação:		
<b>Estrutura de custos / margem de lucro:</b>		Peso: <input type="checkbox"/> muito forte (3) <input type="checkbox"/> forte (2) <input type="checkbox"/> fraco (1)
34. Considerando a média de preços de produtos semelhantes e o custo de transformação do material:		
<input type="checkbox"/>	Estima-se um lucro superior a 80% para o produto projetado.	5
<input type="checkbox"/>	Estima-se um lucro entre 60% a 80% para o produto projetado.	4
<input type="checkbox"/>	Estima-se um lucro entre 40% a 60% para o produto projetado.	3
<input type="checkbox"/>	Estima-se um lucro entre 20% a 40% para o produto projetado.	2
<input type="checkbox"/>	Estima-se um lucro inferior a 20% para o produto projetado.	1
Pontuação:		
35. Considerando o nível de desperdício do material analisado:		



<input type="checkbox"/>	O material possui nível extremamente baixo de desperdício.	5
<input type="checkbox"/>	O material possui nível baixo de desperdício, boa relação entre o kg manufaturado pelo kg <i>in natura</i> .	4
<input type="checkbox"/>	O material tem nível médio de desperdício, razoável relação entre kg manufaturado e kg <i>in natura</i> .	3
<input type="checkbox"/>	O material tem nível alto de desperdício, com fraca relação entre kg manufaturado e kg <i>in natura</i> .	2
<input type="checkbox"/>	O material possui nível muito alto de desperdício.	1
Pontuação:		
<b>Treinamentos e capacitações:</b>		Peso: <input type="checkbox"/> muito forte (3) <input type="checkbox"/> forte (2) <input type="checkbox"/> fraco (1)
36. Para o material escolhido:		
<input type="checkbox"/>	Toda a mão-de-obra está perfeitamente capacitada, não sendo necessário treinamento.	5
<input type="checkbox"/>	Grande parte da mão-de-obra (em torno de 80%) está capacitada. O restante necessita treinamento.	4
<input type="checkbox"/>	Boa parte da mão-de-obra (em torno de 60%) está capacitada. O restante necessita treinamento.	3
<input type="checkbox"/>	Menos da metade da mão-de-obra (em torno de 40%) está capacitada.	2
<input type="checkbox"/>	Apenas uma pequena parte da mão-de-obra (em torno de 20%) está capacitada.	1
Pontuação:		

Os fatores econômicos e financeiros somam 12 questões, com uma variação de 180 pontos no máximo e 12 pontos no mínimo.

#### QUADRO 11: Fatores estéticos e de apresentação do produto.

<b>Forma:</b>		Peso: <input type="checkbox"/> muito forte (3) <input type="checkbox"/> forte (2) <input type="checkbox"/> fraco (1)
37. O material analisado:		
<input type="checkbox"/>	É de ótima trabalhabilidade, favorecendo o uso de formas orgânicas e/ou curvas.	5
<input type="checkbox"/>	É de boa trabalhabilidade, não prejudicando o uso de formas orgânicas e/ou curvas.	4
<input type="checkbox"/>	Tem trabalhabilidade regular, dificulta alguns processos com formas orgânicas e/ou curvas.	3
<input type="checkbox"/>	Tem trabalhabilidade ruim, dificultando o uso em formas orgânicas e/ou curvas.	2
<input type="checkbox"/>	Tem péssima trabalhabilidade, não podendo ser usado em formas complexas.	1
Pontuação:		
38. Quanto a relação entre a forma projetada e o material analisado:		
<input type="checkbox"/>	O material é adequado à produção da forma projetada, sem necessidade de projetos extras de ajustes, encaixes e/ou uniões, mantendo-se a tolerância e as dimensões originais.	5
<input type="checkbox"/>	O material é adequado à produção da forma projetada, sem necessidade de projetos extras de ajustes, encaixes e/ou uniões; porém com alterações na tolerância e nas dimensões originais.	4
<input type="checkbox"/>	O material pode ser produzido da forma projetada, porém há necessidade de projetos extras de ajustes, encaixes e/ou uniões. Pode ser mantido a tolerância e as dimensões originais.	3
<input type="checkbox"/>	O material pode ser produzido da forma projetada, porém há necessidade de projetos extras de ajustes, encaixes e/ou uniões e haverá alterações na tolerância e nas dimensões originais.	2
<input type="checkbox"/>	O material não é adequado para a forma desejada.	1
Pontuação:		
<b>Estilo:</b>		Peso: <input type="checkbox"/> muito forte (3) <input type="checkbox"/> forte (2) <input type="checkbox"/> fraco (1)
39. Em relação à aparência final do projeto, utilizando-se o material considerado:		
<input type="checkbox"/>	O produto fica perfeitamente adequado ao estilo previamente definido a partir do público-alvo.	5
<input type="checkbox"/>	O produto fica adequado ao estilo previamente desejado e definido a partir do público-alvo.	4
<input type="checkbox"/>	Com pequenos ajustes, fica perfeitamente adequado ao estilo previamente definido pelo público-alvo.	3
<input type="checkbox"/>	Com ajustes, fica razoavelmente adequado ao estilo previamente definido a partir do público-alvo.	2
<input type="checkbox"/>	O produto não fica adequado ao estilo previamente definido pelo público-alvo.	1
Pontuação:		
40. Considerando os fatores condicionantes do estilo em um produto, usando o material considerado:		
<input type="checkbox"/>	Será possível perceber claramente a mensagem e o simbolismo pretendidos.	5
<input type="checkbox"/>	Será possível perceber a mensagem e o simbolismo pretendidos.	4
<input type="checkbox"/>	Mediante tratamentos superficiais, será possível perceber a mensagem e o simbolismo pretendidos.	3
<input type="checkbox"/>	Mesmo com tratamentos superficiais, não ficará claro a mensagem e o simbolismo pretendidos.	2
<input type="checkbox"/>	O material é incompatível com a mensagem e o simbolismo pretendidos.	1

Pontuação:		
<b>Tendências:</b>	Peso: <input type="checkbox"/> muito forte (3) <input type="checkbox"/> forte (2) <input type="checkbox"/> fraco (1)	
41. Considerando as tendências para quando o produto será lançado, o material analisado:		
<input type="checkbox"/>	Está perfeitamente adequado.	5
<input type="checkbox"/>	Está adequado.	4
<input type="checkbox"/>	Está adequado, mas necessita de tratamentos superficiais e/ou demais ajustes.	3
<input type="checkbox"/>	Mesmo com tratamentos superficiais e/ou demais ajustes, não há certeza de que estará adequado.	2
<input type="checkbox"/>	Está inadequado.	1
Pontuação:		
42. Em relação à tendência de obsolescência do produto:		
<input type="checkbox"/>	O produto tem a tendência de ficar obsoleto apenas fisicamente, tendo longo tempo de vida.	5
<input type="checkbox"/>	O produto tem a tendência de ficar obsoleto tecnologicamente, tendo um tempo de vida médio.	4
<input type="checkbox"/>	O produto deve ficar obsoleto tanto física Quanto tecnologicamente. Tempo de vida é pequeno.	3
<input type="checkbox"/>	O produto tem a tendência de ficar obsoleto esteticamente, com curto tempo de vida.	2
<input type="checkbox"/>	O produto tem curtíssimo tempo de vida.	1
Pontuação:		
<b>Informações:</b>	Peso: <input type="checkbox"/> muito forte (3) <input type="checkbox"/> forte (2) <input type="checkbox"/> fraco (1)	
43. Quanto ao grau de informação necessário sobre o material utilizado:		
<input type="checkbox"/>	O material não é tóxico; se quebrar não apresenta arestas cortantes, é reciclável, etc.. É um material muito conhecido, não havendo necessidade de informações específicas sobre ele.	5
<input type="checkbox"/>	O material não é tóxico; se quebrar não apresenta arestas cortantes, é reciclável, etc.. É um material pouco conhecido, de modo que é necessário que essas informações constem no produto.	4
<input type="checkbox"/>	O material apresenta alguns problemas (toxidade, arestas cortantes, etc.). É um material bastante conhecido. Essas informações devem constar, mas não há necessidade de estarem em local de destaque.	3
<input type="checkbox"/>	O material apresenta alguns problemas (toxidade, arestas cortantes, etc.). É um material pouco conhecido. Essas informações devem constar em local de destaque.	2
<input type="checkbox"/>	O material possui graves problemas como emissões tóxicas, periculosidade, etc.. Deve vir acompanhado de um guia específico de segurança.	1
Pontuação:		
44. Quanto ao nível de informação do material analisado:		
<input type="checkbox"/>	Possui diversos bancos de dados, em português, com informações detalhadas.	5
<input type="checkbox"/>	Possui bons bancos de dados, a maioria em línguas estrangeiras, com informações detalhadas.	4
<input type="checkbox"/>	Possui poucos bancos de dados, tanto em português quanto em outras línguas. Os bancos de dados possuem informações detalhadas, todas fornecidas pelos fabricantes do material.	3
<input type="checkbox"/>	Possui poucos bancos de dados, nenhum em português.	2
<input type="checkbox"/>	As informações a respeito do material são escassas. Algumas situações de uso não são relatadas, o que exige que se façam alguns testes complementares antes de se lançar o produto no mercado.	1
Pontuação:		
45. Quando do projeto e pré-escolha, o nível de informação à respeito das características do material era:		
<input type="checkbox"/>	Muito bom em toda a equipe de projeto, assim como do pessoal administrativo e do chão-de-fábrica.	5
<input type="checkbox"/>	Muito bom em toda a equipe de projeto e chão-de-fábrica.	4
<input type="checkbox"/>	Muito bom em toda a equipe de projeto e regular no chão-de-fábrica.	3
<input type="checkbox"/>	Regular par a equipe de projeto e para o chão-de-fábrica.	2
<input type="checkbox"/>	Nem a equipe de projeto, nem a de chão-de-fábrica conhece bem o material.	1
Pontuação:		
<b>Cores:</b>	Peso: <input type="checkbox"/> muito forte (3) <input type="checkbox"/> forte (2) <input type="checkbox"/> fraco (1)	
46. Quanto a relação entre as cores desejadas para o produto e o material analisado:		
<input type="checkbox"/>	Todas as cores previstas são encontradas em formulações padrões, sem necessidade de tratamentos superficiais ou aditivos especiais.	5
<input type="checkbox"/>	Em torno de 80% das cores previstas são encontradas em formulações padrões, sem necessidade de tratamentos superficiais ou aditivos especiais.	4
<input type="checkbox"/>	Em torno de 60% das cores previstas são encontradas em formulações padrões, sem necessidade de tratamentos superficiais ou aditivos especiais.	3
<input type="checkbox"/>	Em torno de 40% das cores previstas são encontradas em formulações padrões, sem necessidade de tratamentos superficiais ou aditivos especiais.	2

<input type="checkbox"/>	Menos de 40% das cores previstas são encontradas em formulações padrões, sem necessidade de tratamentos superficiais ou aditivos especiais.	1
Pontuação:		
47. Para o produto analisado, o material deverá ser:		
<input type="checkbox"/>	Apenas pintado ou pigmentado. Pode ser usado conforme fornecido pelo fabricante.	5
<input type="checkbox"/>	Deve ser pigmentado e posteriormente ainda será pintado.	4
<input type="checkbox"/>	Deve ser pigmentado, aditivado e posteriormente ainda será pintado.	3
<input type="checkbox"/>	Deve possuir efeitos mascaradores – imitará outro material em parte do produto.	2
<input type="checkbox"/>	Deve possuir efeitos mascaradores – imitará outro material em todo o produto.	1
Pontuação:		
48. Em relação ao uso do produto, as tintas usadas:		
<input type="checkbox"/>	Poderão ser comuns, pois o material tem boa aderência e será usado em ambientes não insalubres.	5
<input type="checkbox"/>	Exige-se tratamentos anteriores à pintura para melhorar a aderência do material. O produto será usado em ambientes não insalubres.	4
<input type="checkbox"/>	Exige-se tratamentos anteriores à pintura, pois embora o material tenha boa aderência, o produto será usado em ambientes insalubres.	3
<input type="checkbox"/>	Exige-se um programa completo de tratamentos na superfície para melhorar a aderência do material; o produto será usado em ambientes insalubres. As tintas devem ser especiais.	2
<input type="checkbox"/>	Deve-se usar em todo produto tintas especiais, aditivadas. No produto, exigem-se tratamentos superficiais, tanto antes, quanto depois da pintura. O ambiente de uso será muito insalubre.	1
Pontuação:		
<b>Integração projetual:</b>		Peso: <input type="checkbox"/> muito forte (3) <input type="checkbox"/> forte (2) <input type="checkbox"/> fraco (1)
49. Considerando todo o ciclo de desenvolvimento do produto, o material analisado:		
<input type="checkbox"/>	É adequado, tanto para a produção otimizada, quanto para as exigências estéticas e de marca.	5
<input type="checkbox"/>	É adequado para a produção otimizada e parcialmente adequado para as exigências estéticas.	4
<input type="checkbox"/>	É parcialmente adequado, tanto para a produção otimizada, quanto para as exigências estéticas.	3
<input type="checkbox"/>	Somente é adequado, parcialmente, para a produção otimizada. Para os efeitos estéticos necessários necessitará de trabalhos adicionais e custosos.	2
<input type="checkbox"/>	Não é adequado nem para a produção otimizada, nem para as exigências estéticas e de marca.	1
Pontuação:		

Os fatores estéticos totalizam 13 questões, com uma variação de 195 pontos no máximo e 13 pontos no mínimo.

#### QUADRO 12: Fatores ergonômicos e de segurança do produto.

<b>Segurança de uso:</b>		Peso: <input type="checkbox"/> muito forte (3) <input type="checkbox"/> forte (2) <input type="checkbox"/> fraco (1)
50. Para efeitos de segurança de uso, tanto para o usuário, quanto para fabricantes:		
<input type="checkbox"/>	O material é fornecido segundo normas SAE, ABNT, NBR, ASTM, etc. por todos os fornecedores.	5
<input type="checkbox"/>	O material é fornecido segundo normas SAE, ABNT, ASTM, etc. pela maioria dos fornecedores.	4
<input type="checkbox"/>	O material é fornecido segundo normas SAE, ABNT, ASTM, etc. por 50% dos fornecedores.	3
<input type="checkbox"/>	O material é fornecido segundo normas SAE, ABNT, ASTM, etc. por somente alguns fornecedores.	2
<input type="checkbox"/>	Não há fornecedores do material que utilizam normas SAE, ABNT, NBR, ASTM, etc..	1
Pontuação:		
51. O processamento do material considerado:		
<input type="checkbox"/>	Atende totalmente aos requisitos normalizados de segurança do trabalho.	5
<input type="checkbox"/>	Atende quase que totalmente (mais de 80%) aos requisitos normalizados de segurança no trabalho.	4
<input type="checkbox"/>	Atende a média (em torno de 50%) aos requisitos normalizados de segurança no trabalho.	3
<input type="checkbox"/>	Atende parcialmente (em torno de 30%) aos requisitos normalizados de segurança no trabalho.	2
<input type="checkbox"/>	Praticamente não atende (menos de 20%) aos requisitos normalizados de segurança no trabalho.	1
Pontuação:		
52. Quanto ao tempo de vida do produto, em condições normais de uso:		
<input type="checkbox"/>	O material possui um conjunto de propriedades que permitem um amplo tempo de vida, independente das condições de uso.	5

<input type="checkbox"/>	O material possui um conjunto de propriedades e características que permitem um amplo tempo de vida, desde que observadas as condições de uso preestabelecidas.	4
<input type="checkbox"/>	O material possui um conjunto de propriedades e características que permitem um tempo de vida médio, independente das condições de uso.	3
<input type="checkbox"/>	O material possui um conjunto de propriedades e características que permitem um tempo de vida médio, desde que observadas as condições de uso preestabelecidas.	2
<input type="checkbox"/>	O material possui pequena durabilidade, independente das condições em que será submetido.	1
Pontuação:		
<b>Antropometria e Biomecânica:</b>		Peso: <input type="checkbox"/> muito forte (3) <input type="checkbox"/> forte (2) <input type="checkbox"/> fraco (1)
53. Quanto as medidas finais do produto, com o material escolhido:		
<input type="checkbox"/>	É possível garantir que 100% das dimensões definidas ergonomicamente (como distâncias para os comandos, conforto dos usuários, etc.) serão atendidas.	5
<input type="checkbox"/>	É possível garantir que 80% das dimensões definidas ergonomicamente (como distâncias para os comandos, conforto dos usuários, etc.) serão atendidas.	4
<input type="checkbox"/>	É possível garantir que 60% das dimensões definidas ergonomicamente (como distâncias para os comandos, conforto dos usuários, etc.) serão atendidas.	3
<input type="checkbox"/>	É possível garantir que 40% das dimensões definidas ergonomicamente (como distâncias para os comandos, conforto dos usuários, etc.) serão atendidas.	2
<input type="checkbox"/>	Menos de 40% das dimensões definidas ergonomicamente (como distâncias para os comandos, conforto dos usuários, etc.) serão atendidas.	1
Pontuação:		
54. Quanto ao peso final do produto, para o material escolhido, considerando-se as dimensões do projeto:		
<input type="checkbox"/>	O produto terá peso final adequado, facilitando seu transporte e manuseio.	5
<input type="checkbox"/>	O produto terá peso final razoável, não deve dificultar seu transporte e manuseio.	4
<input type="checkbox"/>	O produto terá peso elevado, dificultando um pouco o seu transporte, mas não o manuseio.	3
<input type="checkbox"/>	O produto terá peso muito elevado, dificultando tanto o transporte quanto o manuseio.	2
<input type="checkbox"/>	O produto terá peso muito elevado, sendo aconselhável procurar outro material.	1
Pontuação:		
<b>Ergonomia Cognitiva:</b>		Peso: <input type="checkbox"/> muito forte (3) <input type="checkbox"/> forte (2) <input type="checkbox"/> fraco (1)
55. Com relação ao material utilizado no manual de informações:		
<input type="checkbox"/>	O material permite uma impressão de qualidade, colorida e com uso de relevos.	5
<input type="checkbox"/>	O material permite uma impressão de qualidade, colorida.	4
<input type="checkbox"/>	O material permite uma impressão colorida, com qualidade razoável.	3
<input type="checkbox"/>	O material permite uma impressão de qualidade, porém preto-e-branco.	2
<input type="checkbox"/>	O material não é adequado para ser utilizado como manual de informações.	1
Pontuação:		
56. Quanto a tecnologia necessária aos materiais utilizados na interface entre produto e usuário:		
<input type="checkbox"/>	A interface foi projetada de forma amigável, podendo ser utilizado grande variedade de materiais.	5
<input type="checkbox"/>	A interface foi projetada de forma amigável; porém existem alguns pontos onde é necessário materiais especiais, que permitam texturas e cores diferentes das padrões.	4
<input type="checkbox"/>	A interface foi projetada de forma amigável; porém existem alguns pontos onde é necessário materiais especiais, que permitam usos em <i>touch screen</i> (por exemplo).	3
<input type="checkbox"/>	A interface foi projetada de forma não muito amigável; é necessário que os materiais utilizados apresentem características que permitam ao usuário facilidade de identificação de funções agregadas.	2
<input type="checkbox"/>	A interface foi projetada de forma não amigável.	1
Pontuação:		
<b>Instalações:</b>		Peso: <input type="checkbox"/> muito forte (3) <input type="checkbox"/> forte (2) <input type="checkbox"/> fraco (1)
57. Quanto ao material considerado, considerando o seu processamento e o mapa de riscos vigente:		
<input type="checkbox"/>	O mapa de riscos não precisará sofrer modificações.	5
<input type="checkbox"/>	O processamento do material proporcionará novas áreas de riscos físicos.	4
<input type="checkbox"/>	O processamento do material proporcionará novas áreas de riscos físicos e de acidentes.	3
<input type="checkbox"/>	O processamento do material proporcionará novas áreas de riscos físicos, de acidentes e ergonômicos.	2
<input type="checkbox"/>	O processamento do material proporcionará novas áreas de riscos físicos, de acidentes, ergonômicos, químicos e biológicos.	1
Pontuação:		
58. Para o processamento do material analisado:		

<input type="checkbox"/>	Não será necessário adquirir novos EPIs (Equipamentos de Proteção Individual).	5
<input type="checkbox"/>	Será necessário adquirir alguns novos EPIs.	4
<input type="checkbox"/>	Será necessário adquirir um volume grande de EPIs.	3
<input type="checkbox"/>	Será necessário adquirir novos EPIs e fazer projetos de EPCs (Equipamentos de Proteção Coletiva).	2
<input type="checkbox"/>	Será necessário adquirir um volume grande de EPIs e fazer projetos de EPCs.	1
Pontuação:		
<b>Usabilidade:</b>		Peso: <input type="checkbox"/> muito forte (3) <input type="checkbox"/> forte (2) <input type="checkbox"/> fraco (1)
59. Em caso de quedas e/ou acidentes, o material analisado partirá:		
<input type="checkbox"/>	Muito dificilmente, o produto poderá estragar, mas não quebrará em pedaços.	5
<input type="checkbox"/>	Quebrará em pedaços grandes, não cortantes.	4
<input type="checkbox"/>	Quebrará em pedaços pequenos, não cortantes.	3
<input type="checkbox"/>	Quebrará em pedaços grandes, com arestas cortantes.	2
<input type="checkbox"/>	Quebrará em pedaços pequenos, com arestas cortantes.	1
Pontuação:		
60. Quanto a toxidade do material analisado:		
<input type="checkbox"/>	O material não é tóxico, em qualquer uso e/ou ambiente.	5
<input type="checkbox"/>	O material normalmente não é tóxico. Pode se tornar, dependendo das condições a que for imposto no uso. Será empregado internamente no produto.	4
<input type="checkbox"/>	O material é tóxico, porém será empregado internamente no produto.	3
<input type="checkbox"/>	O material normalmente não é tóxico. Pode se tornar, dependendo das condições a que for imposto no uso. Será empregado em partes externas do produto.	2
<input type="checkbox"/>	O material é tóxico e será empregado em partes externas do produto.	1
Pontuação:		
61. Quanto ao “conforto” de uso:		
<input type="checkbox"/>	O material apresenta uma série de características (baixo peso específico, boa trabalhabilidade, suavidade ao toque), que o tornam agradável ao toque e manuseio.	5
<input type="checkbox"/>	O material apresenta uma série de características (como baixo peso específico e boa trabalhabilidade) que o tornam de fácil manuseio.	4
<input type="checkbox"/>	O material apresenta características médias de toque e manuseio. Tratamentos superficiais, de preço acessível, podem melhorar este aspecto.	3
<input type="checkbox"/>	O material apresenta características ruins de toque e manuseio. Essas deficiências somente poderão ser melhoradas através de processos caros de tratamentos superficiais.	2
<input type="checkbox"/>	O material é bastante áspero e pesado. Não é indicado para produtos que serão manuseados.	1
Pontuação:		
<b>Adequação / Garantia:</b>		Peso: <input type="checkbox"/> muito forte (3) <input type="checkbox"/> forte (2) <input type="checkbox"/> fraco (1)
62. O material analisado:		
<input type="checkbox"/>	É padronizado, e possui normas internacionais e nacionais que garantam sua qualidade.	5
<input type="checkbox"/>	Não é padronizado, mas possui normas internacionais e nacionais que garantam sua qualidade.	4
<input type="checkbox"/>	É padronizado, mas possui apenas normas internacionais que garantam sua qualidade.	3
<input type="checkbox"/>	Não é padronizado, e possui apenas normas internacionais que garantam sua qualidade.	2
<input type="checkbox"/>	Não possui normas internacionais ou nacionais que garantam sua qualidade.	1
Pontuação:		
63. Qual o nível de garantia oferecido pelos fornecedores, para o material escolhido?		
<input type="checkbox"/>	100% dos fornecedores fornecem certificado de garantia total contra quaisquer defeitos de fabricação.	5
<input type="checkbox"/>	De 80% a 99% dos fornecedores fornecem certificado de garantia total contra defeitos de fabricação.	
<input type="checkbox"/>	De 60% a 79% dos fornecedores fornecem certificado de garantia total contra defeitos de fabricação.	
<input type="checkbox"/>	De 40% a 59% dos fornecedores fornecem certificado de garantia total contra defeitos de fabricação.	
<input type="checkbox"/>	Menos de 40% dos fornecedores fornecem certificado de garantia total contra defeitos de fabricação.	
Pontuação:		

Os fatores ergonômicos e de segurança do produto totalizam 14 questões, com uma variação de 210 pontos (máximo) e 14 pontos (mínimo).

QUADRO 13: Fatores ecológicos e ambientais.

<b>Subprodutos:</b>		Peso: <input type="checkbox"/> muito forte (3) <input type="checkbox"/> forte (2) <input type="checkbox"/> fraco (1)
64. Para o material considerado:		
<input type="checkbox"/>	Mais de 70% das sobras do processamento do material, consideradas subprodutos do processo produtivo, podem ser utilizados em outros produtos, dentro da própria empresa.	5
<input type="checkbox"/>	Entre 40% a 70% das sobras do processamento do material, consideradas subprodutos do processo produtivo, podem ser utilizados em outros produtos, dentro da própria empresa.	4
<input type="checkbox"/>	Mais de 70% das sobras do processamento do material, consideradas subprodutos do processo produtivo podem ser utilizados em outros produtos, vendidos a outras empresas.	3
<input type="checkbox"/>	Entre 40% a 70% das sobras do processamento do material, consideradas subprodutos do processo produtivo podem ser utilizados em outros produtos, vendidos a outras empresas.	2
<input type="checkbox"/>	As sobras do processamento do material não podem ser utilizadas como subprodutos.	1
Pontuação:		
65. De acordo com o tipo de material analisado, considerando o seu processamento:		
<input type="checkbox"/>	O tipo de subproduto gerado das sobras do material é considerado de alta qualidade.	5
<input type="checkbox"/>	O tipo de subproduto gerado das sobras do material é considerado de boa qualidade.	4
<input type="checkbox"/>	O tipo de subproduto gerado das sobras do material é considerado de qualidade média.	3
<input type="checkbox"/>	O tipo de subproduto gerado das sobras do material tem qualidade ruim, de usos restritos.	2
<input type="checkbox"/>	As sobras não são consideradas subprodutos, devido a terem qualidade muito ruim.	1
Pontuação:		
<b>Tratamento de efluentes:</b>		Peso: <input type="checkbox"/> muito forte (3) <input type="checkbox"/> forte (2) <input type="checkbox"/> fraco (1)
66. Para o material analisado:		
<input type="checkbox"/>	Não será necessário investimentos extras com tratamentos de efluentes sólidos, líquidos ou gasosos.	5
<input type="checkbox"/>	Será necessário pequeno investimento para tratamentos de efluentes de um dos tipos: sólidos, líquidos ou gasosos.	4
<input type="checkbox"/>	Será necessário investimento médio para tratamentos de efluentes de dois dos tipos: sólidos, líquidos ou gasosos.	3
<input type="checkbox"/>	Será necessário investimento alto para tratamentos de efluentes dos tipos: sólidos, líquidos e gasosos.	2
<input type="checkbox"/>	Será necessário a construção de estações de tratamentos de efluentes, de alto valor.	1
Pontuação:		
67. Quanto ao grau de toxidade dos efluentes (considerando efluentes sólidos, líquidos ou gasosos):		
<input type="checkbox"/>	Todos os tipos de efluentes possuem grau nulo ou muito baixo de toxidade.	5
<input type="checkbox"/>	Um dos tipos de efluentes possui grau médio de toxidade, os demais possuem grau muito baixo.	4
<input type="checkbox"/>	Dois dos tipos de efluentes possuem grau médio de toxidade, o restante grau baixo.	3
<input type="checkbox"/>	Todos os tipos de efluentes do processo possuem grau médio de toxidade.	2
<input type="checkbox"/>	Um ou mais dos tipos de efluentes possuem grau alto de toxidade.	1
Pontuação:		
<b>Reaproveitamento e reutilização:</b>		Peso: <input type="checkbox"/> muito forte (3) <input type="checkbox"/> forte (2) <input type="checkbox"/> fraco (1)
68. Para o material analisado será possível:		
<input type="checkbox"/>	A reutilização de 80% a 100% dos componentes do produto, após o final de sua vida útil.	5
<input type="checkbox"/>	A reutilização de 60% a 79% dos componentes do produto, após o final de sua vida útil.	4
<input type="checkbox"/>	A reutilização de 40% a 59% dos componentes do produto, após o final de sua vida útil.	3
<input type="checkbox"/>	A reutilização de 20% a 39% dos componentes do produto, após o final de sua vida útil.	2
<input type="checkbox"/>	A reutilização de menos de 20% dos componentes do produto, após o final de sua vida útil.	1
Pontuação:		
<b>Reciclagem:</b>		Peso: <input type="checkbox"/> muito forte (3) <input type="checkbox"/> forte (2) <input type="checkbox"/> fraco (1)
69. O material considerado:		
<input type="checkbox"/>	É 100% reciclável. Existe volume grande de empresas que o reciclam e o comercializam no país, algumas na mesma região.	5
<input type="checkbox"/>	É 100% reciclável. Existe volume grande de empresas que o reciclam e o comercializam no país, nenhuma na região.	4
<input type="checkbox"/>	É 100% reciclável, com poucas empresas que o reciclam e o comercializam no país.	3
<input type="checkbox"/>	Não é totalmente reciclável, mas permite muitos outros usos.	2
<input type="checkbox"/>	Não é reciclável.	1
Pontuação:		

70. Quanto ao uso do material após reciclagem, e seu consumo de energia:		
<input type="checkbox"/>	O material, após reciclado, pode ser utilizado para os mesmos fins que o produto original; seu consumo de energia no processo de reciclagem é baixo.	5
<input type="checkbox"/>	O material após reciclado pode ser utilizado para os mesmos fins que o produto original; porém seu consumo de energia no processo de reciclagem é elevado.	4
<input type="checkbox"/>	O material após reciclado não pode ser utilizado para os mesmo fins que o produto original; seu consumo de energia no processo de reciclagem é baixo.	3
<input type="checkbox"/>	O material após reciclado não pode ser utilizado para os mesmos fins que o produto original e seu consumo de energia no processo de reciclagem é alto.	2
<input type="checkbox"/>	O material não pode ser reciclado.	1
Pontuação:		
<b>Normalização:</b>		Peso: <input type="checkbox"/> muito forte (3) <input type="checkbox"/> forte (2) <input type="checkbox"/> fraco (1)
71. O material analisado:		
<input type="checkbox"/>	Possui normas reguladoras de qualidade e todos os fornecedores são certificados pela ISO 14000.	5
<input type="checkbox"/>	Possui normas reguladoras e a metade dos fornecedores são certificados pela ISO 14000.	4
<input type="checkbox"/>	Possui normas reguladoras de qualidade, poucos fornecedores ( $\approx 40\%$ ) são certificados pela ISO 14000.	3
<input type="checkbox"/>	Possui poucas normas reguladoras de qualidade e apenas alguns fornecedores (menos de 20%) são certificados pela ISSO 14000.	2
<input type="checkbox"/>	Não possui normas reguladoras e nenhum de seus fornecedores são certificados pela ISO 14000.	1
Pontuação:		
<b>Impacto ambiental:</b>		Peso: <input type="checkbox"/> muito forte (3) <input type="checkbox"/> forte (2) <input type="checkbox"/> fraco (1)
72. O material analisado:		
<input type="checkbox"/>	Tem baixíssimo nível de impacto ambiental, pois é 100% reciclável e seu processamento gasta pouca energia.	5
<input type="checkbox"/>	Tem baixo impacto ambiental, é 100% reciclável e seu processamento não gasta muita energia.	4
<input type="checkbox"/>	Tem um impacto ambiental médio, além de não ser 100% reciclável, gasta uma quantia considerável de energia no seu processamento.	3
<input type="checkbox"/>	Tem alto impacto ambiental, pois não é 100% reciclável e gasta muita energia no seu processamento.	2
<input type="checkbox"/>	Tem altíssimo impacto ambiental, não é reciclável e gasta muita energia no seu processamento.	1
Pontuação:		
73. Quanto do desuso do produto, o material utilizado:		
<input type="checkbox"/>	É biodegradável, causando baixo nível de impacto ambiental.	5
<input type="checkbox"/>	Com tratamentos simples, não polui o meio-ambiente.	4
<input type="checkbox"/>	Não polui o meio-ambiente desde que seja tratado de modo especial.	3
<input type="checkbox"/>	É poluidor, mas pode ser usado em outros fins para aumentar sua sobre vida.	2
<input type="checkbox"/>	É altamente poluidor e não pode ser usado para outros fins, pois também é tóxico.	1
Pontuação:		
74. Quanto ao impacto causado na extração (obtenção) e processamento do material considerado:		
<input type="checkbox"/>	Tanto a obtenção quanto o processamento podem ser considerados como ecologicamente corretos.	5
<input type="checkbox"/>	A obtenção pode ser considerada como ecologicamente correta, mas o processamento gera alguns resíduos de difícil tratamento.	4
<input type="checkbox"/>	Tanto a obtenção quanto o processamento geram alguns resíduos de difícil tratamento.	3
<input type="checkbox"/>	Tanto a obtenção quanto o processamento geram uma quantidade média de resíduos de difícil tratamento.	2
<input type="checkbox"/>	Tanto a obtenção quanto o processamento geram muitos resíduos de difícil tratamento.	1
Pontuação:		

Os fatores ecológicos e ambientais totalizaram 11 questões, com uma variação de 165 pontos (máximo) e 11 pontos (mínimo).

Deste modo, a variação final, considerando os seis fatores desdobrados, resulta em um total de 1110 pontos. Quanto mais próximo desse valor estiver o material analisado, mais adequado

ao uso em específico este será. Por outro lado, quando mais próximo do valor mínimo (74 pontos), menos adequado será. A colocação dos pesos é de responsabilidade exclusiva da equipe de projeto, não tendo obrigatoriedade. Caso a equipe de projeto deseje considerar todos os desdobramentos com o mesmo grau de importância, poderá somar apenas a pontuação direta, sem a multiplicação pelos pesos, resultando em uma variação de 370 pontos (máximo) e 74 pontos (mínimo).

Para viabilizar quadros auxiliares aplicado em um caso real, é necessário uma abordagem interdisciplinar. Para isso, pode ser utilizada a ferramenta 5W2H, definindo-se onde e com quem obtém-se as informações necessárias para responder adequadamente cada questão presente nos quadros auxiliares.

No apêndice 4, ilustra-se esse procedimento, onde a ferramenta foi adaptada, mantendo-se somente as questões *Who* e *Where* (quem e onde). As demais questões da técnica (*What*, *Why*, *When*, *How* e *How much*) são específicas para cada caso em particular, devendo a equipe de projeto decidir sobre seu uso ou não. Cabe ressaltar, que as tabelas tratam apenas de um exemplo, para melhor compreensão dos objetivos pretendidos. Os profissionais responsáveis (ou melhores indicados) para cada desdobramento, assim como os departamentos ou setores indicados variam muito de empresa para empresa.

Na sequência, este trabalho apresenta a análise resultante da aplicação do MAEM-6F completo (ou seja, com os quadros auxiliares), inicialmente, em estudo de caso realizado no Laboratório de Materiais e Modelos (LAMMO) da UNIVALI, e, após, como auxiliar nos TGIs defendidos em Julho de 2003.



## **7. ANÁLISE DOS TGI'S – SEGUNDA PARTE E TESTE FINAL DO MAEM-6F**

### **7.1. Obtenção dos dados**

Em 26 de Fevereiro de 2003, foram fornecidos aos alunos do oitavo período do curso de Design Industrial da Univali os quadros auxiliares apresentados no capítulo anterior deste trabalho. Na oportunidade, explicou-se detalhadamente o método MAEM-6F, seus objetivos e pretensões, para que este fosse usado, de modo a testar os materiais sob o ponto de vista de viabilidades produtivas, mercadológicas, ecológicas, ergonômicas, estéticas e econômicas.

Todos os quinze encontros da referida disciplina foram usados para auxiliar os estudantes a compreenderem e aplicarem corretamente as questões constantes nos quadros auxiliares. Isso se deu inicialmente pelo agrupamento de possíveis materiais para seus produtos. Utilizaram-se, para isso, tabelas desenvolvidas com a finalidade de agrupar os diversos materiais disponíveis. Estas tabelas estão apresentadas no apêndice 1.

Para a aplicação do MAEM-6F, os materiais foram classificados em grupos e sub-grupos e, em seguida, os tipos foram testados. Por exemplo, com as pesquisas prévias, foi determinado, em um dos trabalhos, que parte do produto seria construído com metal não-ferroso. Após novas pesquisas, definiu-se que este seria construído com algum tipo de liga de cobre de alto teor. Os tipos bronzes, latões, cupro-níquel, etc. (como pode-se ver na tabela 6, do apêndice 1) foram então testados pelo MAEM-6F.

### **7.2 Testes complementares do método**

Em paralelo a aplicação nos TGI's, o MAEM-6F foi testado na construção de um produto real, confeccionado na própria universidade, no laboratório de materiais e modelos (LAMMO). O produto escolhido foi uma bancada de trabalho, com projeto e execução realizados inteiramente na instituição. A figura 59 ilustra o projeto.

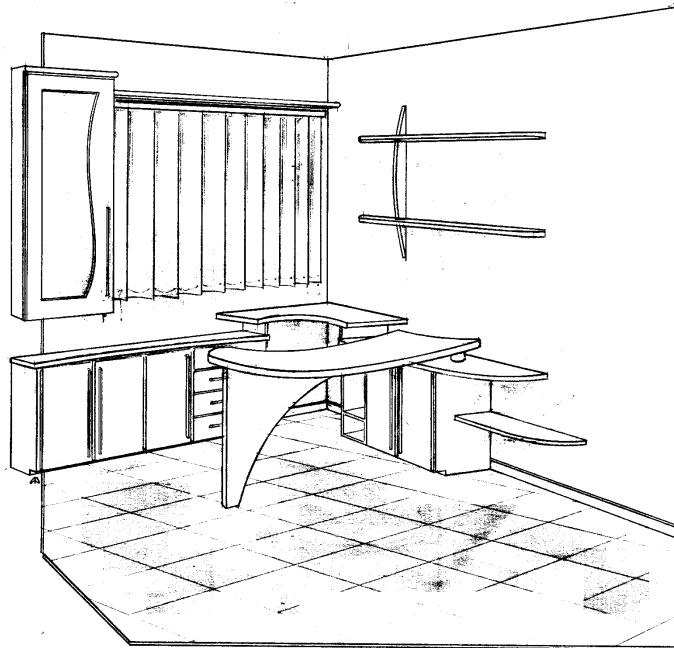


Figura 59. Projeto utilizado como teste para o MAEM-6F.

Fonte: Netto (2003).

O LAMMO é um laboratório pertencente ao curso de Design Industrial da Univali, e tem como missão:

Desenvolver produtos com os recursos oferecidos, atendendo as necessidades surgidas pelos usuários de determinados produtos e serviços do segmento, oferecendo aos clientes bom atendimento, diversidade de modelos, estilos e cores. (LAMMO, 2002, p. 4).

A visão do LAMMO é: “ampliar a participação do curso de design dentro das atividades realizadas na universidade, obtendo reconhecimento e satisfação através da atividade do desenvolvimento e reaproveitamento de materiais”. (LAMMO, 2002, p. 4). O laboratório conta com um espaço físico de aproximadamente 250 m<sup>2</sup>, além de várias máquinas e equipamentos como furadeira de bancada, esmeril, lixadeira, fresadora, pistola de ar, dobradeira, torno, etc..

Para viabilizar o estudo do MAEM-6F, foram escolhidos os seguintes materiais (classificados de acordo com as tabelas do apêndice 1):

- Grupo: polímero; sub-grupo: termoplástico; tipo: PEAD (Polietileno de Alta Densidade);
- Grupo: madeira; sub-grupo: transformada; tipo: MDF ST (*Standard*);
- Grupo: metal; sub-grupo: não-ferroso; tipo: duraluminio (ABNT 2017).

Os quadros 14, 15 e 16 mostram a aplicação do MAEM-6F (conforme quadros auxiliares) para cada material, com o respectivo resultado e análise individual. Os pesos constantes nos quadros (colocados conforme modelo MAEM-6F) foram estabelecidos mediante pesquisa realizada no LAMMO, que envolveu recursos físicos, humanos e administrativos do laboratório.

Percebe-se, pela aplicação do MAEM-6F nos quadros 14, 15 e 16, que os resultados foram relativamente próximos. A diferença entre o MDF e o duralumínio ficou apenas em 10 pontos, e a diferença entre o mais bem colocado, e o menos bem colocado, em 37 pontos. Isto ocorreu porque todos os três materiais analisados foram previamente selecionados, o que demonstra a importância do método em auxiliar decisões difíceis de serem tomadas. Para exemplificar, testou-se o método com um material que, por antecedência, já se sabia que não era adequado para essa finalidade: o ferro fundido cinzento ASTM 20. O resultado deste teste é mostrado no quadro 17.

QUADRO 14 – Aplicação do MAEM-6F para análise do PEAD em produto projetado e construído no LAMMO.

MAEM-6F: Método Auxiliar para Escolha de Materiais em Seis Fatores. Planilha de análise de materiais.																										
Material analisado:				Grupo: Polímero				Sub-grupo: Termoplástico				Tipo/Especificação técnica: PEAD														
Fatores fabris e de manufatura				Fatores mercadológicos e sociais				Fatores econômicos e financeiros				Fatores estéticos/de apresentação				Fatores ergonômicos/de segurança				Fatores ecológicos/ambientais				Resul- tado		
Item	Peso	Alter- nativa	P x A	Item	Peso	Alter- nativa	P x A	Item	Peso	Alter- nativa	P x A	Item	Peso	Alter- nativa	P x A	Item	Peso	Alter- nativa	P x A	Item	Peso	Alter- nativa	P x A			
Máquina	2	5	10	Consumi- dores	3	4	12	Gestão Financeira	1	4	4	Forma	2	5	10	Segurança de uso	2	2	4	Utilização de subprodutos	2	3	6	46		
	2	5	10		3	5	15		1	3	3		2	5	10		2	1	2		2	3	6	46		
	2	4	8														2	4	8					16		
Meio-ambiente	1	3	9	Tecnologia	1	5	5	Investimen- tos	3	5	15	Estilo	2	4	8	Antropome- tria e Bio- mecânica	3	5	15	Tratamen- to de efluentes	2	5	10	62		
	1	5	5		1	3	3		3	5	15		2	4	8		3	3	9		2	5	10	50		
	1	5	5						3	5	15													20		
Medida	2	4	8	Marketing	2	4	8	Fornecedo- res	2	5	10	Tendências	2	4	8	Ergonomia Cognitiva	2	5	10	Reutilização e reapro- veitamento	3	3	9	53		
	2	4	8		2	4	8		2	2	4		2	3	6		2	4	8					34		
	2	4	8						2	4	8													16		
Método	1	5	5	Fronteiras Geográficas	1	5	5	Capital Intelectual	1	3	3	Informa- ções	1	5	5	Insalações	1	5	5	Reciclagem	3	3	9	32		
	1	5	5										1	5	5		1	4	4		3	4	12	26		
	1	5	5										1	3	3									8		
Mão-de-obra	3	5	15	Concor- rência	1	5	5	Estrutura de custos	1	3	3	Cores	3	5	15	Usabilidade	3	5	15	Normaliza- ção	1	1	1	54		
	3	5	15		1	3	3		1	3	3		3	5	15		3	5	15					51		
													3	5	15		3	3	9					24		
				Estrutura Organiza- cional	1	2	2	Treinamen- tos / capa- citações	3	5	15	Integração Projetual	1	3	3	Adequação Garantia	1	3	3	Impacto ambiental	2	3	6	29		
															1		4	4	2		3	6	10			
																			2		4	8	8			
Somatório total do material:																							585			



QUADRO 16 – Aplicação do MAEM-6F para análise do ABNT 2017 em produto projetado e construído no LAMMO.

MAEM-6F: Método Auxiliar para Escolha de Materiais em Seis Fatores. Planilha de análise de materiais.																								
Material analisado:				Grupo: Metais				Sub-grupo: Não-ferrosos				Tipo/Especificação técnica:				ABNT 2017								
Fatores fabris e de manufatura				Fatores mercadológicos e sociais				Fatores econômicos e financeiros				Fatores estéticos/de apresentação				Fatores ergonômicos/de segurança				Fatores ecológicos/ambientais				Resul- tado
Item	Peso	Alter- nativa	P x A	Item	Peso	Alter- nativa	P x A	Item	Peso	Alter- nativa	P x A	Item	Peso	Alter- nativa	P x A	Item	Peso	Alter- nativa	P x A	Item	Peso	Alter- nativa	P x A	
Máquina	2	3	6	Consumi- dores	3	4	12	Gestão Financeira	1	4	4	Forma	2	3	6	Segurança de uso	2	5	10	Utilização de subprodutos	2	4	8	46
	2	4	8		3	5	15		1	3	3		2	4	8		2	5	10		2	4	8	52
	2	3	6														2	5	10					16
Meio- ambiente	1	3	9	Tecnologia	1	5	5	Investimen- tos	3	3	9	Estilo	2	4	8	Antropome- tria e Bio- mecânica	3	5	15	Tratamen- to de efluentes	2	4	8	54
	1	4	4		1	3	3		3	5	15		2	4	8		3	4	12		2	4	8	50
	1	3	3						3	4	12													15
Medida	2	4	8	Marketing	2	5	10	Fornecedo- res	2	4	8	Tendências	2	4	8	Ergonomia Cognitiva	2	5	10	Reutilização e reapro- veitamento	3	5	15	59
	2	4	8		2	4	8		2	3	6		2	4	8								38	
	2	3	6						2	4	8												14	
Método	1	4	4	Fronteiras Geográficas	1	5	5	Capital Intelectual	1	3	3	Informa- ções	1	5	5	Insalações	1	4	4	Reciclagem	3	5	15	36
	1	4	4						1	5	5		1	4	4		3	5	15		28			
	1	3	3						1	3	3										6			
Mão-de-obra	3	4	12	Concor- rência	1	4	4	Estrutura de custos	1	3	3	Cores	3	5	15	Usabilidade	3	2	6	Normaliza- ção	1	3	3	43
	3	4	12		1	4	4		1	3	3		3	5	15		3	5	15					49
													3	4	12		3	3	9					21
				Estrutura Organiza- cional	1	2	2	Treinamen- tos / capa- citações	3	4	12	Integração Projetual	1	3	3	Adequação Garantia	1	5	5	Impacto ambiental	2	4	8	30
															1		4	4	2		3	6	10	
																			2		4	8	8	
Somatório total do material:																				575				

QUADRO 17 – Aplicação do MAEM-6F para análise do ASTM 20 em produto projetado e construído no LAMMO.

MAEM-6F: Método Auxiliar para Escolha de Materiais em Seis Fatores. Planilha de análise de materiais.																								
Material analisado:				Grupo: Metais				Sub-grupo: Ferrosos				Tipo/Especificação técnica: ASTM 20												
Fatores fabris e de manufatura				Fatores mercadológicos e sociais				Fatores econômicos e financeiros				Fatores estéticos/de apresentação				Fatores ergonômicos/de segurança				Fatores ecológicos/ambientais				Resulta- do
Item	Peso	Alter- nativa	P x A	Item	Peso	Alter- nativa	P x A	Item	Peso	Alter- nativa	P x A	Item	Peso	Alter- nativa	P x A	Item	Peso	Alter- nativa	P x A	Item	Peso	Alter- nativa	P x A	
Máquina	2	2	4	Consumi- dores	3	4	12	Gestão Financeira	1	4	4	Forma	2	2	4	Segurança de uso	2	5	10	Utilização de subprodutos	2	2	4	38
	2	3	6		3	5	15		1	3	3		2	3	6		2	5	10		2	2	4	44
	2	2	4														2	2	4					8
Meio- ambiente	1	4	16	Tecnologia	1	3	3	Investimen- tos	3	2	6	Estilo	2	1	2	Antropome- tria e Bio- mecânica	3	2	6	Tratamen- to de efluentes	2	3	6	39
	1	3	3		1	2	2		3	2	6		2	1	2		3	1	3		2	3	6	22
	1	2	2						3	4	12													14
Medida	2	2	4	Marketing	2	1	2	Fornecedo- res	2	3	6	Tendências	2	2	4	Ergonomia Cognitiva	2	5	10	Reutilização e reapro- veitamento	3	1	3	29
	2	3	6		2	2	4		2	3	6		2	2	4		2	4	8					28
	2	3	6						2	4	8													14
Método	1	4	4	Fronteiras Geográficas	1	4	4	Capital Intelctual	1	3	3	Informa- ções	1	3	3	Insalações	1	2	2	Reciclagem	3	1	3	19
	1	3	3										1	5	5		1	2	2		3	1	3	13
	1	1	1										1	4	4									5
Mão-de-obra	3	2	6	Concor- rência	1	3	3	Estrutura de custos	1	4	4	Cores	3	2	6	Usabilidade	3	2	6	Normaliza- ção	1	2	2	27
	3	3	9		1	4	4		1	3	3		3	4	12		3	5	15					43
													3	3	9		3	2	6					15
				Estrutura Organiza- cional	1	2	2	Treinamen- tos / capa- citações	3	2	6	Integração Projetual	1	3	3	Adequação Garantia	1	5	5	Impacto ambiental	2	2	4	20
															1		3	3	2		3	6	9	
																					2	2	4	4
Somatório total do material:																				391				

### 7.3 Análise dos TGI's defendidos com a aplicação do MAEM-6F

Este item apresenta os Trabalhos de Graduação Interdisciplinares (TGIs) de seis estudantes formandos em Design Industrial na UNIVALI em Julho de 2003. Nestes trabalhos, houve incentivo para aplicação completa do método. Apresenta-se, na seqüência, um breve resumo dos trabalhos, mostrando sua concepção final e os materiais escolhidos. No apêndice 5 mostram-se, através de tabelas, a abordagem tomada sob os seis desdobramentos: econômico, ecológico, estético, fabril, mercadológico e ergonômico.

- Análise de TGI 1: ARCO – *Concept Car*. Trabalho desenvolvido por Paulo Sérgio Huth, apresentado em Julho de 2003. Trata-se de um veículo conceito para cidades turísticas. A figura 60 ilustra o projeto. Conforme pode-se ver no apêndice 5, este trabalho obteve 26,5 pontos, distribuídos do seguinte modo: 22 desdobramentos analisados na íntegra, 9 desdobramentos analisados superficialmente e 5 desdobramentos não analisados.


Perspectiva do produto:	Materiais usados:
	<p>Manta de vidro, resina, chapa de aço: carroceria          PETG: pára-brisas          ABS: retrovisores, painel, botões, etc.          PMMA: lentes do farol, lanternas          Vidro: espelho dos retrovisores          Magnésio: rodas          PVCc: cobertura dos assentos          PU: espuma do assento          TPU: cobertura do volante          Fibra de carbono: depósito de ar          EVA: forração do piso.</p>

Figura 61. ARCO – *Concept Car*.  
 Fonte: Huth (2003).

- Análise de TGI 2: *Squalo* – Novo Conceito de Equipamento de Passeio e Lazer. Trabalho desenvolvido por Nelson Martins de Almeida Netto, apresentado em Julho de



2003. Trata-se da concepção de um triciclo para passeio e lazer. A figura 61 ilustra o projeto. Conforme pode-se ver no apêndice 5, esse trabalho obteve 27 pontos, distribuídos do seguinte modo: 22 desdobramentos analisados na íntegra, 10 desdobramentos analisados superficialmente e 4 desdobramentos não analisados.


Perspectiva do produto:	Materiais usados:
	Duralumínio: monobloco Alumínio + magnésio: carenagem PC ASTM D256: lente frontal PET: painel Nylon (PA 6): demais componentes plásticos.

Figura 61. *Squalo*.  
Fonte: Netto (2003).

- Análise de TGI 3: Adorno pessoal *Flex Rubro*. Trabalho desenvolvido por Tatiani Rocha e Silva, apresentado em Julho de 2003. Trata-se de um conjunto de jóias inspirada em aspectos religiosos. A figura 62 ilustra o projeto. Conforme pode-se ver no apêndice 5, esse trabalho obteve 22,5 pontos, distribuídos do seguinte modo: 18 desdobramentos analisados na íntegra, 9 desdobramentos analisados superficialmente e 9 desdobramentos não analisados.

Coleção de jóias:		Materiais usados:
		Ouro vermelho (Cu + ouro): corpo das jóias O conjunto é confeccionado com 75% de ouro e 25% de cobre.

Figura 63. Adorno pessoal *Flex Rubro*.  
Fonte: Silva (2003).

- Análise de TGI 4: LIMPI - Transporte para materiais de limpeza e manutenção para quartos de hotel. Trabalho desenvolvido por Gisele Bianchini da Cunha, apresentado em Julho de 2003. Trata-se de um conjunto para camareiras de hotéis. A figura 63 ilustra o projeto. Conforme pode-se ver no apêndice 5, esse trabalho obteve 26 pontos, distribuídos do seguinte modo: 23 desdobramentos analisados na íntegra, 6 desdobramentos analisados superficialmente e 7 desdobramentos não analisados.

Perspectiva do produto (ambientação):	Materiais usados:
	<p>Duralumínio (ABNT 2017): carcaça Cycolac: resina plástica usada nos produtos.</p>

Figura 63. LIMPI – Transporte para materiais de limpeza para quartos de hotel.  
Fonte: Cunha (2003).

- Análise de TGI 5: Flutuador para crianças com paralisia cerebral. Trabalho desenvolvido por Raquel de Carvalho Laus, apresentado em Julho de 2003. Trata-se de um brinquedo para crianças deficientes, portadoras de Paralisia Cerebral, a ser utilizado em piscinas. A figura 64 ilustra o projeto. Conforme pode-se ver no apêndice 5, esse trabalho obteve 27 pontos, distribuídos do seguinte modo: 23 desdobramentos analisados na íntegra, 8 desdobramentos analisados superficialmente e 5 desdobramentos não analisados.



Perspectiva do produto:		Materiais usados:
		PU + Molibdênio Neoprene NBR + PVC

Figura 64. Flutuador para crianças com paralisia cerebral.  
Fonte: Laus (2003).

- Análise de TGI 6: Mobiliário Odontológico *Mocho Evolucion*. Trabalho desenvolvido por Helenize Heyse Moreira, apresentado em Julho de 2003. Trata-se de uma cadeira giratória para dentistas. A figura 65 ilustra o projeto. Conforme pode-se ver no apêndice 5, esse trabalho obteve 20,5 pontos, distribuídos do seguinte modo: 15 desdobramentos analisados na íntegra, 11 desdobramentos analisados superficialmente e 10 desdobramentos não analisados.

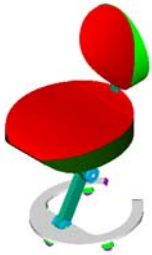
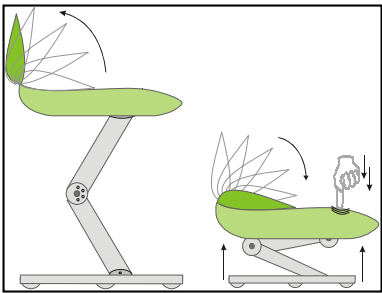
Perspectiva do produto:		Materiais usados:
		Duralumínio: hastes e base PC: assento e encosto

Figura 65. Mobiliário Odontológico Mocho Evolution.  
Fonte: Moreira (2003).

#### 7.4 Considerações relevantes

Os testes realizados no LAMMO mostraram o potencial do MAEM-6F em acusar o material mais adequado para um produto, mesmo quando há proximidade de características e propriedades. Percebe-se isso, analisando-se os três materiais tomados como prováveis para uso: PEAD (quadro 14), MDF ST (quadro 15) e duralumínio ABNT 2017 (quadro 16). Todos ficaram com pontuação superior a 500 pontos, com pequena diferença percentual entre o primeiro e o terceiro colocados. Considerando-se o ferro fundido ASTM 20 (quadro 17), a diferença foi significativa, ou seja, o método informou que este material não era adequado ao uso proposto.

Quanto aos testes realizados com os grupos de alunos, a média de pontuação dos trabalhos finais de graduação onde não houve aplicação do método, foi de 20,18, destacando-se os limites 16,5 (menor pontuação encontrada) e 30 (maior pontuação encontrada). Estes resultados foram apresentados no capítulo 5. Já, com a aplicação completa do método, a média foi de 24,92, com os limites 20,5 (menor pontuação encontrada) e 27 (maior pontuação encontrada). Para uma análise completa, é necessário verificar-se o desvio padrão dos dois grupos, onde percebe-se que, apesar da não ocorrência de nenhum resultado individual que superasse o valor de 30 pontos (obtido por um dos trabalhos sem a aplicação do MAEM-6F), houve um ganho geral, pois nenhum trabalho ficou abaixo dos 20 pontos. Sem a aplicação do método, 63,6% dos trabalhos tiveram pontuação inferior aos 20 pontos.

## 8. CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

A escolha dos materiais para os produtos industriais cresce em complexidade cada vez que surgem no mercado novas opções, resultante de combinações entre elementos básicos, aditivação, tratamentos térmicos, químicos, superficiais, cargas, reforços, etc..

A concorrência externa e abertura dos mercados (globalização), a busca pelo padrão global de qualidade, novas exigências de caráter ambiental e assim por diante, incrementaram as pesquisas na área, de modo que, pode-se acompanhar o surgimento de um novo material (ou novos materiais) todos os meses, bastando para isso consultar revistas especializadas, acompanhar congressos, feiras e eventos, ou verificar lançamentos de catálogos pelos fabricantes.

E quanto aos projetistas inseridos neste contexto? Cercados de verdadeira enxurrada de informações, a escolha dos materiais passou a ser uma das etapas mais complexas do processo de desenvolvimento de produtos.

Se para os profissionais experientes a tarefa é árdua, para jovens egressos das universidades e cursos técnicos das áreas de engenharia e design as dificuldades são extremas:

Não existem atalhos para adquirir os necessários conhecimentos e experiência para a seleção do [material] correto destinado a determinada aplicação. Entretanto, uma forma de começar é estudar aplicações semelhantes já existentes e delas absorver quais os materiais, os processamentos e os projetos que produziram bons resultados. Em seguida, discutir com técnicos experientes e com produtores de materiais [...], deles obtendo orientação e conselhos. Finalmente, testar a escolha do melhor [material] para a aplicação desejada, entre os que tenham sido recomendados, partindo de suas propriedades tidas como de caráter relevante. Porém, teste sempre. (ALBUQUERQUE, 2001, p. 14).

Ao longo deste trabalho, viu-se que a escolha de materiais é mais do que a consideração de atributos técnicos e produtivos. Um bom produto precisa atender necessidades de todos os grupos de usuários, envolvendo aspectos produtivos, econômicos, ergonômicos, mercadológicos, ecológicos e estéticos, e o material adequado para esse produto, deve estar em conformidade com estes aspectos.

Na questão produtiva, pesquisou-se a influência de aspectos como: maquinário a ser utilizado, método de processamento mais indicado, grau de qualificação desejado para a mão-de-obra operacional, fluxo do processo produtivo e a relação entre as medidas projetadas e as comercialmente disponibilizadas.

Na esfera econômica, deu-se atenção à relação custo x benefício do material, o capital intelectual (considerando todos os membros da organização produtora), a quantidade e o nível dos cursos de capacitação e programas de treinamento necessários para manter a competitividade setorial, os investimentos necessários para viabilizar as metas preestabelecidas, a margem de lucro mínima para manter a organização competitiva no mercado (em relação a influência de cada material, especificamente) e a disponibilidade e qualidade dos fornecedores.

Do ponto de vista ergonômico, verificou-se ser imprescindível a observação da segurança de uso do produto, com abordagens profiláticas em relação a possíveis maus usos, verificação da usabilidade, antropometria e biomecânica, adequação de normas e ergonomia cognitiva, visando a garantia do correto entendimento de funções e comandos.

Quanto a questão mercadológica, estabeleceu-se como necessário a atenção especial ao público-alvo do produto projetado, aspectos culturais, políticos, religiosos e sociais, estado atual do design em relação a tecnologia empregada, nível de concorrência regional e global, estratégias comerciais e de marketing, estrutura e políticas adotadas pela empresa fabricante.

Na questão ecológica, os aspectos considerados referiram-se à busca constante pela utilização dos subprodutos, aplicação projetual dos 3R's buscando redução, reaproveitamento e reciclagem de materiais, projetos voltados ao meio-ambiente em acordo com as diretrizes da ISO 14000 (Sistema de Gestão Ambiental) e o cuidado constante com a quantidade e especificidade dos efluentes gerados.

Finalmente, estudou-se o aspecto estético e de apresentação do produto, onde é fundamental o estudo de forma, estilo, tendências e cores a serem utilizados, além de um correto gerenciamento de todas essas informações, levando, conseqüentemente, a abordagens interdisciplinares.

A dificuldade no correlacionamento desses atributos, especialmente para os novos projetistas, foi considerada quando da confecção do MAEM-6F, fazendo deste, um método sistemático,

quantitativo em essência, mas que engloba, também, questões qualitativas, auxiliando estes profissionais na atividade de coleta e seleção dos materiais.

Na concepção do método, após ter-se definido o objetivo do presente estudo, verificaram-se alguns problemas operacionais: inicialmente, como pôde ser visto no capítulo 5, a simples definição dos principais termos que compõem o MAEM-6F não se mostrou suficiente para a finalidade pretendida. Muitos dos alunos que fizeram parte da primeira etapa, deixaram de abordar certos critérios (principalmente econômicos e ecológicos), pelo simples fato de não entenderem de que modo deveriam abordar estas questões.

As considerações a respeito da primeira aplicação do MAEM-6F deixaram clara a necessidade de elaboração de quadros auxiliares com a finalidade de funcionar como guia para que o estudante (ou profissional) percebesse o que deveria ser levado em consideração e de que modo deveria fazê-lo.

Para testar o método sob diferentes aspectos, além do grupo de estudantes, optou-se por uma simulação em um produto real (conforme mostrado no capítulo 6). Mesmo sendo um teste realizado em um produto de pequena complexidade, onde tinha-se uma idéia prévia bem formada do material que seria usado na sua confecção, essa etapa mostrou-se importante, especialmente porque materiais tidos como de uso mais provável para o produto, como o MDF, duralumínio e o PEAD ficaram com uma pontuação bastante próxima, tendo o MDF ganho por apenas 10 pontos em relação ao segundo colocado e 37 pontos em relação ao terceiro.

Como foi discutido na página 2 deste trabalho: “é possível que um grande número de produtos existentes esteja sendo produzido com um material adequado (determinado durante seu projeto através da aplicação de metodologias e ferramentas projetuais), mas não ideal”. Percebe-se que tanto o MDF, quanto o PEAD, ou o duralumínio, eram adequados para a construção do produto, sendo o MDF, neste caso específico, apontado pelo método como ideal.

Ao se comparar o resultado do MDF com o ferro fundido, a diferença sobe para 194 pontos, ou seja, reconhecidamente o ferro fundido não era indicado para a fabricação do produto em questão, como era óbvio para qualquer pessoa com algum conhecimento de projeto de produtos. A escolha de testar o MAEM-6F nessas condições foi exatamente para demonstrar a funcionalidade do método.

Nos trabalhos de aplicação dos estudantes, percebeu-se que os objetivos foram alcançados, especialmente no que diz respeito a auxiliar os projetistas a considerarem todos os fatores importantes para uma escolha adequada dos materiais dos produtos.

Assim, a maioria dos estudantes que utilizaram o método, acabaram percebendo eventuais aspectos que não tinham sido considerados nas etapas anteriores do projeto. Ou seja, o MAEM-6F não serviu apenas como orientação para a determinação do material mais adequado, mas também, como desencadeador de aspectos importantes que foram, por quaisquer motivos, negligenciados até o momento de escolha dos materiais para o produto em questão.

### **8.1 Recomendações para trabalhos futuros**

Dos seis fatores analisados pelo MAEM-6F, quatro tiveram resultados bons e dois regulares, considerando-se as duas aplicações em grupos de estudantes de design industrial. Os fatores fabris, ergonômicos, estéticos e mercadológicos foram muito bem utilizados pelos estudantes.

Os fatores ecológicos, embora de reconhecida importância por parte dos pesquisados, tiveram um desempenho aquém do esperado, o que demonstra a importância de testar novamente os quadros auxiliares, alterando ou criando novas possibilidades nas questões abordadas.

O pior desempenho foi verificado nos fatores econômicos e financeiros. Uma justificativa lógica é que cursos de design industrial, em geral, não são muito exigentes com seus alunos na questão de custo dos produtos. A dificuldade dos estudantes em estimar os custos de seus produtos foi visível em todo o processo e tornou o desdobramento de fatores econômicos na etapa menos prazerosa da aplicação do método. Em virtude disso, seria interessante o teste do MAEM-6F em escolas de engenharia. Talvez nestas, ocorra uma inversão, com os fatores estéticos e de apresentação do produto representarem o mesmo grau de dificuldade que os fatores econômicos e financeiros representaram para os estudantes de design.

A análise realizada pelo MAEM-6F no curso de Design Industrial da UNIVALI concluiu que os fatores ecológicos e econômicos não estavam sendo satisfatoriamente abordados durante a formação acadêmica dos alunos. Isso pode ser observado verificando-se a estrutura curricular mostrada no anexo 1.



Cabe ressaltar que um dos aspectos positivos desta pesquisa foi a colocação destas constatações junto como a coordenação e demais docentes do curso, o que auxiliou em algumas mudanças na nova grade curricular, iniciada em março de 2004. Nesta nova grade, foi incorporada a disciplina de Economia, que pretende discutir melhor com os estudantes os aspectos econômicos e financeiros presentes nos produtos por eles projetados.

Também a disciplina de Materiais e Processos foi reforçada, passando de uma, oferecida no terceiro período, com sessenta horas aula, para duas: uma no terceiro período, com mesma carga horária, e uma no quarto, com trinta horas aula. Nesta nova disciplina, o método MAEM-6F será apresentado aos alunos, de modo que as atividades projetuais, deste momento em diante, poderão ser orientadas pelo método. Os resultados dos TGIs destes alunos, serão mais uma chance de ajustes ao MAEM-6F.

Em um estudo futuro, pode-se aplicar o MAEM-6F em três situações distintas: um mesmo tema de projeto aplicado para um grupo formado somente por designers, um grupo formado somente por engenheiros e um grupo misto. Se os três grupos escolherem materiais similares, então o MAEM-6F, de fato, terá atingido seu objetivo maior.

Complementando, o MAEM-6F pode ser transformado em *software*, que, após ser testado em indústrias, poderá ser comercializado e utilizado por equipes de projetistas de fábricas manufatureiras.

## 9. REFERÊNCIAS

- AAKER, David. O ABC do Valor da Marca. **HSM Management**. Barueri: Savana, nº 31, Março – Abril de 2002. (Revista bimestral).
- ABAL. **Manual técnico – Alumínio para Futuras Gerações**. Associação Brasileira do Alumínio (ABAL), São Paulo, Novembro de 2002.
- ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas. **NBR ISO 9001 – Sistemas de Gestão da Qualidade – Requisitos**. Rio de Janeiro, Dezembro de 2000.
- ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas. **NBR ISO 14001 - Sistemas de Gestão Ambiental – Especificações e Diretrizes para Uso**. Rio de Janeiro, Outubro de 1996.
- ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas. **NBR ISO 14004 - Sistemas de Gestão Ambiental – Diretrizes Gerais sobre Princípios, Sistemas e Técnicas de Apoio**. Rio de Janeiro, Outubro de 1996.
- ABREU, Aline França de. **Sistemas de Informações Gerenciais**. Florianópolis: PPGEP-UFSC, 1997. (Material didático da disciplina Sistemas de Informações Gerenciais, do curso de pós-graduação em Engenharia de Produção da Universidade Federal de Santa Catarina).
- AGUIAR, Carlos. Design industrial: Território de Equilíbrio entre Racionalidade e Sedução. In: **O Tempo do Design: Anuário 2000**. Porto (Portugal): Porto, 2000. (Centro Português de Design – Coleção Design, Tecnologia e Gestão).
- ALBUQUERQUE, Jorge C. **O Plástico na Prática**. Porto Alegre: Sagra Luzzatto, 1999.
- ALBUQUERQUE, Jorge C. **Planeta Plástico**. Porto Alegre: Sagra Luzzatto, 2001.
- AMARAL, Daniel C.; ROZENFELD, Henrique. Gerenciamento de Conhecimentos Explícitos Sobre o Processo de Desenvolvimento de Produto. In: III CBGDP – Congresso Brasileiro de Gestão de Desenvolvimento de Produtos. **Anais eletrônicos em CD-ROM**. Florianópolis: Setembro de 2001.
- ARGYRIS, Chris. Teaching Smart People How to Learn. **Harvard Business Review on Knowledge Management**. Harvard Business School Press, USA, p. 81 – 108, 1998.
- BACK, Nelson. **Metodologia de Projeto de Produtos Industriais**. Rio de Janeiro: Guanabara Dois, 1983.
- BACK, Nelson; FORCELLINI, Fernando. **Projeto Conceitual**. Florianópolis: PPGEM-UFSC, 1999. (Material didático da disciplina Projeto Conceitual, do curso de pós-graduação em Engenharia Mecânica da Universidade Federal de Santa Catarina).
- BACK, Nelson; FORCELLINI, Fernando. **Projeto para Manufatura**. Florianópolis: PPGEM-UFSC, 1999. (Material didático da disciplina Projeto Conceitual, do curso de pós-graduação em Engenharia Mecânica da Universidade Federal de Santa Catarina).
- BARBETTA, Pedro Alberto. **Estatística Aplicada às Ciências Sociais**. 5 ed. Florianópolis: Editora UFSC, 2003.
- BARROS, Nelci Moreira. **Vigília Tecnológica e Descontinuidades na Criação de Produtos**. Florianópolis: PPGEP-UFSC, 2000. (Tese de doutorado - Programa de Pós-graduação em Engenharia de Produção da Universidade Federal de Santa Catarina).
- BAUDOT, François. **A Moda do Século**. São Paulo: Cosac & Naify, 2000.

- BAXTER, Mike. **Projeto de Produto**. 2. ed. São Paulo: Edgard Blücher Ltda, 1998.
- BITENCOURT, Antônio Carlos Peixoto; OGLIARI, André; FORCELLINI, Fernando Antônio. Sistematização do Reprojeto Conceitual de Produtos Para o Meio Ambiente. In.: III CBGDP – Congresso Brasileiro de Gestão de Desenvolvimento de Produto. **Anais eletrônicos em CD-ROM**. Florianópolis, 25-27 de Setembro de 2001.
- BLANCHARD, B.; FABRYCKY, W. **Systems Engineering and Analysis**. New Jersey: Prentice Hall, 1990.
- BLEGGI, Sandra. **Betinho Carrero: O Jogo**. Balneário Camboriú: Design Industrial, 2002. (Trabalho de Graduação Interdisciplinar - Curso de Design Industrial da Universidade do Vale do Itajaí).
- BORBA, Carlos Eduardo de. **Triploface – Capacete para Ocupantes de Motocicletas e Similares**. Balneário Camboriú: Design Industrial, 2002. (Trabalho de Graduação Interdisciplinar - Curso de Design Industrial da Universidade do Vale do Itajaí).
- BORNIA, Antônio Cezar. **Ingenieria de Costos**. Florianópolis: PPGEM-UFSC, 1997. (Material didático da disciplina Custos Industriais, do curso de pós-graduação em Engenharia de Produção da Universidade Federal de Santa Catarina).
- BRASIL, Edson. **Conformação Mecânica e Máquinas de Elevação e Transporte**. Santa Maria: UFSM, 1993. (Material didático da disciplina Conformação Mecânica do curso de Engenharia Mecânica da Universidade Federal de Santa Maria).
- CARDESIGNNEWS.COM. **Models**. Disponível em <cardesignnews.com>. Acesso em Julho de 2002.
- CARPES JÚNIOR, Widomar Pereira. Projeto Para a Estética: Despertando a Atração do Consumidor. **Revista Produção On-line**. Disponível em <producaoonline.inf.br>. Acesso em Fevereiro de 2004.
- CASAROTTO FILHO, Nelson; FÁVERO, José Severino; CASTRO, João Ernesto Escosteguy. **Gerência de Projetos / Engenharia Simultânea**. São Paulo: Atlas, 1999.
- CAVALCANTI, Marcos; GOMES, Elisabeth. Inteligência Empresarial: Um Novo Modelo de Gestão Para a Nova Economia. São Paulo: ABEPRO. **Revista Produção**, volume 10, nº 2, p. 53-64, Maio de 2001.
- CHAVES, Fabiano D., ÁVILA, Antônio F. **Ferramenta Computacional para Projeto de Estruturas de Compósitos: Um Enfoque Ecológico**. In: Sulmat – Congresso em Ciência de Materiais do Mercosul. **Anais eletrônicos em CD-ROM**. Joinville, Setembro de 2002
- CHIAVERINI, Vicente. **Tecnologia Mecânica – Materiais de Construção Mecânica**. São Paulo: Makron Books, 1986.
- CHRISTENSEN, Clayton M. **The Innovator's Dilemma: When New Technologies Cause Great Firms to Fail**. HBS Press, Boston, 1997.
- COMCAD. **Photoworks**. Disponível em: <www.comcad.com/solidworks/photoworks>. Acesso em janeiro de 2004.
- CORRÊA, H.; GUIANESI, I. **Just-in-time, MRP e OPT – Um Enfoque Estratégico**. São Paulo: Atlas, 1994.

- CORREIA, Lucinéia. **Espreguiçadeira para Pousada**. Balneário Camboriú: Design Industrial, 2002. (Trabalho de Graduação Interdisciplinar - Curso de Design Industrial da Universidade do Vale do Itajaí).
- COSTA, Darciano da. **Design e Mal-estar**. Porto (Portugal): Porto, 1998. (Centro Português de Design – Coleção Design, Tecnologia e Gestão).
- COSTA, Sérgio Francisco. **Método Científico – Os Caminhos da Investigação**. São Paulo: Harbra, 2001.
- Companhia Siderúrgica Nacional. **Aços – Catálogo de Produtos**. São Paulo: CSN, 2002. Disponível em <<http://www.csn.com.br>>. Acesso em julho de 2002.
- CUNHA, Gisele Bianchini da. **LIMPI - Transporte para Materiais de Limpeza para Quartos de Hotel**. Balneário Camboriú: Design Industrial, 2003. (Trabalho de Graduação Interdisciplinar - Curso de Design Industrial da Universidade do Vale do Itajaí).
- DARÉ, Giovanni; BACK, Nelson; AHRENS, Carlos Henrique; OGLIARI, André. Desenvolvimento Integrado de Produto: Uma Referência para o Projeto de Componentes de Plástico Injetado. In.: II CBGDP – Congresso Brasileiro de Gestão de Desenvolvimento de Produto. **Anais eletrônicos em CD-ROM**. São Carlos, SP, p. 274 – 282, Agosto de 2000.
- DAVENPORT, Thomas; PRUSAK, Laurence. **Conhecimento Empresarial: Como as Organizações Gerenciam o Seu Capital Intelectual – Métodos e Aplicações Práticas**. Rio de Janeiro: Campus, 1998.
- DAYBRASIL. **Guia de Produtos para Indústria**. São Paulo: Daybrasil, 2004. (Catálogo de produtos).
- DIETER, George E. **Materials Selection and Design**. Chairman Vol. 20, University of Maryland, 1997.
- DIMANCESCU, Dan; DWENGER, Kemp. O Segredo do Lançamento de Produtos. **HSM Management**. São Paulo: Savana. Setembro/Outubro de 1997, p. 34-42. (Revista bimestral).
- DONAIRE, Denis. **Gestão Ambiental na Empresa**. São Paulo: Atlas, 1995.
- DORMER, Peter. **Os Significados do Design Moderno**. Porto (Portugal): Ed. Porto, 1995. (Centro Português de Design – Coleção Design, Tecnologia e Gestão).
- DOWLATSHAHI, Shad. A Comparison of Approaches to Concurrent Engineering. **International Journal of Advanced Manufacturing Technology**, v., p. 106 – 113, 1994.
- DRIVA, H.; PAWAR, K. S.; MENON, U. Measuring Product Development Performance in Manufacturing Organizations. **International Journal of Production Economics**, nº 2, v. 63, p. 147-159, January 2000.
- DUFOUR, Carlos Alvarado. **Estudo do Processo e das Ferramentas de Reprojetado de Produtos Industriais, como Vantagem Competitiva e Estratégica de Melhoria Constante**. Florianópolis: PPGEF-UFSC, 1996. (Dissertação de mestrado – Programa de Pós-graduação em Engenharia de Produção da Universidade Federal de Santa Catarina).
- EUREKA, E. Ryan; EUREKA, Willian F. **QFD – Perspectivas Gerenciais do Desdobramento da Função Qualidade**. Rio de Janeiro: Qualitymark, 1993.
- FERREIRA, Aurélio Buarque de Holanda. **Aurélio Século XXI: O Dicionário da Língua Portuguesa**. Rio de Janeiro: Nova Fronteira, 2001.

FERREIRA, Leda L. Escravos de Jó, Kanban e L.E.R. **Produção**, v. 8, n<sup>o</sup> 2, p. 151-167, São Paulo: ABEPRO, março de 1999. (Revista quadrimestral).

FERREIRA, José M. G. Carvalho; ALVES, Nuno M. Fernandes; MATEUS, Artur J. Santos; CUSTÓDIO, Pedro M. C. Desenvolvimento Integrado de Produtos e Ferramentas por Metodologias de Engenharia Inversa e Técnicas de Prototipagem Rápida. **Revista Brasileira de Gestão de Desenvolvimento de Produto**. São Paulo: n<sup>o</sup> 1, Setembro de 2001.

FERREIRA, Cristiano Vasconcellos; FORCELLINI, Fernando Antônio. **TIPS – Teoria da Solução de Problemas Inventivos**. Florianópolis: PPGEM-UFSC, 2000. (Material didático do curso de pós-graduação em Engenharia Mecânica da Universidade Federal de Santa Catarina).

FERROLI, Paulo Cesar M. **Balanceamento do Sistema Produtivo de Farinhas e Óleos: Fábricas de Subprodutos de Origem Animal**. Florianópolis: PPGEF-UFSC, 1999. (Dissertação de mestrado - Programa de Pós-graduação em Engenharia de Produção da Universidade Federal de Santa Catarina).

FERROLI, Paulo Cesar Machado; LIBRELOTTO, Lisiane Ilha; FERROLI, Régis Heitor; FIOD NETO, Miguel. O QFD Auxiliando o Desenvolvimento de Novos Produtos nas Organizações em Aprendizagem. In: 2<sup>o</sup> CBGDP – Congresso Brasileiro de Gestão de Desenvolvimento de Produto. **Anais eletrônicos em CD-ROM**. São Carlos, Outubro de 2000.

FIALHO, Francisco Antônio Pereira. **Uma Introdução à Engenharia do Conhecimento – A Compreensão**. Florianópolis: PPGEM-UFSC, 1999. (Material didático da disciplina Ergonomia Cognitiva, do curso de pós-graduação em Engenharia de Produção da Universidade Federal de Santa Catarina).

FIGUEIREDO, Aníbal; PIETROCOLA, Maurício. **Física – um outro lado: Luz e Cores**. São Paulo: FTD, 1997.

FIOD NETO, Miguel. **Desenvolvimento de um Sistema Computacional para Auxiliar a Concepção de Produtos Industriais**. Florianópolis: PPGEM-UFSC, 1993. (Tese de doutorado – Programa de Pós-graduação em Engenharia Mecânica da Universidade Federal de Santa Catarina).

FULMER, Robert M; GIBBS, Philip; KEYS, J. Bernard. The Second Generation Learning Organizations: New Tools for Sustaining Competitive Advantage. **Organization Dynamics**, Autumn, EUA, p. 7 – 19, 1998.

GALVAN, Charlotte. **D-Classic: Brinquedos para Crianças Especiais**. Balneário Camboriú: Design Industrial, 2002. (Trabalho de Graduação Interdisciplinar - Curso de Design Industrial da Universidade do Vale do Itajaí).

GARCIA, Miguel. Moldagem por Injeção de Multicomponentes: Processos, Técnicas e Aplicações. **Plástico Industrial**. São Paulo: Aranda, n<sup>o</sup> 33, p. 78-95, Maio de 2001. (Revista mensal).

GARCIA, Marlise Dellamora. **Uso Integrado das Técnicas de HACCP, CEP e FMEA**. Dissertação de mestrado. Porto Alegre: PPGEF-UFRGS, 2000. (Dissertação de mestrado profissionalizante – Programa de Pós-graduação em Engenharia de Produção da Universidade Federal do Rio Grande do Sul).

GATES, Bill. **A Estrada do Futuro**. São Paulo: Companhia das Letras, 1995.

- GAV – Grupo de Análise do Valor. **Gerenciamento de Processos**. Florianópolis: PPGEF-UFSC, 1997. (Material didático do curso de pós-graduação em Engenharia de Produção da Universidade Federal de Santa Catarina).
- GIAMPAOLI, Eduardo. Persistência. **Proteção** n° 101, Novo Hamburgo: MPF, RS, maio de 2000. (Revista mensal).
- GLUFKE, Ronaldo Martins. **Snake – Sandboard Ecológico**. Balneário Camboriú: Design Industrial, 2002. (Trabalho de Graduação Interdisciplinar - Curso de Design Industrial da Universidade do Vale do Itajaí).
- GOMES FILHO, João. **Gestalt do Objeto**. São Paulo: Escrituras, 2000.
- GORNI, Antonio Augusto. O Plástico na Rede. **Plástico Industrial**. São Paulo: Aranda, 2002. (Seção permanente da revista Plástico Industrial).
- GORNI, Antonio Augusto. Site@mm. **Máquinas e Metais**. São Paulo: Aranda, 2002. (Seção permanente da revista Máquinas e Metais).
- GRANT, Robert M. **Contemporary Strategic Analysis: Concepts, Techniques, Application**. Blackwell, Lake Oswego, 1998.
- GRAUPPE, Fabrício. **TSUI – Scooter Submarina**. Balneário Camboriú: Design Industrial, 2002. (Trabalho de Graduação Interdisciplinar - Curso de Design Industrial da Universidade do Vale do Itajaí).
- GRIFFIN, A.; PAGE, A. L. An Interim Report on Measuring Product Development Success and Failure. **Journal of Product Innovation Management**, n° 2, v.10, p. 291-308, September 1993.
- GRIPPI, Sidney. **Lixo – Reciclagem e sua História**. Rio de Janeiro: Interciência, 2001.
- GUIMARÃES, Lia Buarque de Macedo. **Ergonomia de Produto 2**. Apostila da disciplina Mestrado Profissional – PPGEF/UFRGS. Disponível em <[www.ppgef.ufrgs.br/cursos/mprofissional/ergonomia2/](http://www.ppgef.ufrgs.br/cursos/mprofissional/ergonomia2/)>. Acesso em Dezembro de 2002.
- HARMON, Roy L. **Reinventando a Fábrica II**. Rio de Janeiro: Campus, 1993.
- HARRINGTON, H. James; HARRINGTON, James S. **Gerenciamento Total da Melhoria Contínua**. São Paulo: Makron Books, 1997.
- HORST Van der, T. J. J.; ZWEERS, A. Environmentally Oriented Product Development: Various Approach to Success. In.: ICED'93, The Hague, **Anais ICED**, August, 17-19, 1993.
- HULL, Frank M.; COLLINS, Paul D.; LIKER, Jeffrey K. Composite Forms or Organizations as a Strategy for Concurrent Engineering Effectiveness. **IEEE Transactions on Engineering Management**, volume 43, n° 2, p. 133 – 142, May - 1996.
- HUTH, Paulo Sérgio. **ARCO – Concept Car**. Balneário Camboriú: Design Industrial, 2003. (Trabalho de Graduação Interdisciplinar - Curso de Design Industrial da Universidade do Vale do Itajaí).
- IIDA, Itiro. **Ergonomia – Projeto e Produção**. São Paulo: Edgard Blücher Ltda., 1990.
- JURAN, J. M. **A Qualidade Desde o Projeto**. São Paulo: Pioneira, 1992.
- KINDLEIN JÚNIOR, W.; AMARAL, Everton; ETCHEPARE, Hélio. **Design x Engenharia: Experiência Interdisciplinar de Graduação**. Disponível em: <<http://www.ufrgs.br/ndsm>>. Acesso em: 22 Outubro de 2002.

- KINDLEIN JÚNIOR, Wilson; GUANABARA, Andréa Seadi; SILVA, Everton Amaral da; PLATCHECK, Elizabeth Regina. Proposta de uma Metodologia para o Desenvolvimento de Produtos Baseados no Estudo da Biônica. In.: P&D 2002 – Pesquisa e Design. **Anais eletrônicos em CD-ROM**. Brasília, Outubro de 2002.
- KLIEMANN NETO, F.; ANTUNES JÚNIOR, J. Proposta de um Processo de Custeio para Sistema Just-in-time de Produção. In: Congresso Argentino de Professores Universitários de Custos, Mendoza, Argentina, **Anais CAPUC**, 1990.
- KOTLER, Philip. **Administração de Marketing**. São Paulo: Atlas, 1996.
- KUHN, Márcio. **Corais – Linha de Revestimento**. Balneário Camboriú: Design Industrial, 2002. (Trabalho de Graduação Interdisciplinar - Curso de Design Industrial da Universidade do Vale do Itajaí).
- LAMMO. **Laboratório de Materiais e Modelos – Normas e procedimentos**. Balneário Camboriú: UNIVALI, 2002. (Publicação interna).
- LAUS, Raquel de Carvalho. **Flutuador para Crianças com Paralisia Cerebral**. Balneário Camboriú: Design Industrial, 2003. (Trabalho de Graduação Interdisciplinar - Curso de Design Industrial da Universidade do Vale do Itajaí).
- LIBRELOTTO, Lisiane Ilha; RADOS, Gregório Varvakis; FERROLI, Paulo Cesar Machado; FERROLI, Régis Heitor. Educação em Nível Superior: Uma Proposta para os Cursos de Engenharia Civil. In: XX ENEGEP – Encontro Nacional de Engenharia de Produção. **Anais eletrônicos em CD-ROM**. São Paulo: Outubro 2000.
- LIBRELOTTO, Lisiane Ilha. **O Custo Global da Habitação: Um Estudo de Caso na Grande Florianópolis**. Florianópolis: PPGEF-UFSC, 1999. (Dissertação de mestrado - Programa de Pós-graduação em Engenharia de Produção da Universidade Federal de Santa Catarina).
- LÖBACH, Bernd. **Design Industrial**. São Paulo: Edgard Blücher Ltda, 2001.
- MACHADO, Aryoldo. **Comando Numérico Aplicado às Máquinas-ferramentas**. São Paulo: Cone, 1990.
- MANO, Eloisa Biasotto. **Polímeros como Materiais de Engenharia**. São Paulo: Edgard Blücher Ltda, 2000.
- MANZINI, Ezio. **A Matéria da Invenção**. Porto (Portugal): Ed. Porto, 1993. (Centro Português de Design – Coleção Design, Tecnologia e Gestão).
- MARCONI, Maria de Andrade e LAKATOS, Eva Maria. **Técnicas de Pesquisa**. São Paulo: Atlas, 1999.
- MEREDITH, J. R; MANTEL JR, S. **Project Management: A Managerial Approach**. New York: Wiley, 2000.
- MORAES, Anamaria de; MONT'ALVÃO, Cláudia. **Ergonomia: Conceitos e Aplicações**. Rio de Janeiro: 2AB, 2000.
- MORAES, Dijon de. **Limites do Design**. São Paulo: Studio Nobel, 1997.
- MOREIRA, Helenize Heyse. **Mobiliário Odontológico Mocho Evolution**. Balneário Camboriú: Design Industrial, 2003. (Trabalho de Graduação Interdisciplinar - Curso de Design Industrial da Universidade do Vale do Itajaí).
- MORRINSON, Ian. **A Segunda Curva**. Rio de Janeiro: Campus, 1997.

- MULLER, Roberta Pazzinni. **Aqua – Mobiliário para Casas Noturnas**. Balneário Camboriú: Design Industrial, 2002. (Trabalho de Graduação Interdisciplinar - Curso de Design Industrial da Universidade do Vale do Itajaí).
- NETTO, Nelson Martins de Almeida. **Projetos de Design Industrial – LAMMO**. Balneário Camboriú: UNIVALI, 2003. (Publicação interna).
- NETTO, Nelson Martins de Almeida. **Squalo**. Balneário Camboriú: Design Industrial, 2003. (Trabalho de Graduação Interdisciplinar - Curso de Design Industrial da Universidade do Vale do Itajaí).
- OCKERMAN, H. W.; HANSEN, C. L. **Industrialización de Subproductos de Origen Animal**. Zaragoza, España: Acribia S. A., 1994.
- OHFUJI, Tadaschi. **Verdadeiro Significado do QFD**. Palestra proferida no I Encontro Internacional de QFD, Rio de Janeiro, RJ, 1997.
- OLIVEIRA, João Hélvio Rigui de. **M.A.I.S.: Método para Avaliação de Indicadores de Sustentabilidade Organizacional**. Florianópolis: PPGEF-UFSC, 2002. (Tese de doutorado - Programa de Pós-graduação em Engenharia de Produção da Universidade Federal de Santa Catarina).
- OLIVEIRA, João Hélvio Rigui de. **Sistemas de Produção**. Santa Maria: PPGEF-UFSM, 1997. (Material didático da disciplina Sistemas de Produção, do curso de especialização em Gestão da Qualidade da Universidade Federal de Santa Maria).
- PARATH, Maurício de C.; SOUSA, Roberto de. Medição por Coordenadas Propicia Ganhos nas Diversas Etapas da Moldagem de Plásticos. **Plástico Industrial**. São Paulo: Aranda, nº 45, p. 154-161, Maio de 2002. (Revista mensal).
- PAULI, Gunter. **Emissão Zero: A Busca de Novos Paradigmas**. Porto Alegre: EDIPUCRS, 1996.
- PEREIRA, Milton Wetzel; MANKE, Adilson Luiz. MDPA – Uma Metodologia de Desenvolvimento de Produtos Aplicado à Engenharia Simultânea. In.: III CBGDP – Congresso Brasileiro de Gestão de Desenvolvimento de Produto. **Anais eletrônicos em CD-ROM**. Florianópolis, 25-27 de Setembro de 2001.
- PETERS, Tom. **A busca do Uau!** São Paulo: Harbra Business, 1997.
- PISANO, Gary P. **The Development Factory: Unlocking The Potential of Process Innovation**. HBS Press, Boston, 1997.
- PLASTIVIDA.ORG.BR. **Reciclagem do Plástico**. Disponível em <plastivida.org.br>. Acesso em Fevereiro de 2003.
- PROVENZA, Francisco. **Projetista de Máquinas**. São Paulo: Provenza – Pro-Tec, 1996.
- QUATRO RODAS. **Logotipos de Carros**. Disponível em <quatro-rodas.com.br>. Acesso em Agosto de 2002.
- QUELCH, John. Pensar Localmente, o Novo Paradigma. **HSM Management**. São Paulo: Savana, nº 25, p. 40-48, Março-abril de 2001. (Revista bimestral).
- RABELLO, Marcelo. **Aditivação de Polímeros**. São Paulo: Artliber, 2000.
- RAMOS, Alberto Guerreiro. **Administração e Contexto Brasileiro**. Rio de Janeiro: Fundação Getúlio Vargas, 1983.



- RAMOS, Alberto Guerreiro. **A Nova Ciência das Organizações – Uma Reconceituação da Riqueza das Nações**. Rio de Janeiro: Fundação Getúlio Vargas, 1989.
- REBOUÇAS, Flávia. A evolução da espécie. **Superinteressante especial Carro do Futuro**. São Paulo: Abril. Novembro 2001, p. 45-46. (Revista de periodicidade especial).
- RIBEIRO, L. P. G.; FERREIRA, J. C. E.; MOURA, E. B. Custos Simulados de Fabricação Dinamizam Processos Alternativos. **Máquinas e Metais**. São Paulo: Aranda, nº 428, p. 106-115, Setembro de 2001. (Revista mensal).
- ROTH, George; KLEINER, Art. **The Learning Initiative at the AutoCo Epsilon Program, 1991-1994**. Publicado em 1996. Disponível em: <<http://www.sol-ne.org/prapro/aut/index/>>, acesso Julho de 2002.
- ROTH, George; KLEINER, Art. **Learning Histories: a New Tool for Turning Organizational Experience Into Action**. Publicado em 1997. Disponível em: <<http://ccs.mit.edu/lh/21cwp002.html>>, acesso Julho de 2002.
- SALM, José Francisco; MENEGASSO, Maria Ester. **Organizações em aprendizagem**. Florianópolis: PPGEM-UFSC, 2001. (Material didático da disciplina Organizações em aprendizagem, do curso de pós-graduação em Engenharia de Produção da Universidade Federal de Santa Catarina).
- SANTOS, Flávio Anthero N. Vianna dos. Uma Proposta de Metodologia de Projeto para Uso em Cursos de Design. In: P&D 2000 – Pesquisa e Design. **Anais eletrônicos em CD-ROM**. Novo Hamburgo, Setembro de 2000.
- SANTOS, Flávio Anthero Nunnes Vianna dos. **O Design como Diferencial Competitivo**. Itajaí: Ed. UNIVALI, 2000.
- SANTOS, Flávio Anthero Nunnes Vianna dos; SALOMÃO, Luiz Salomão Ribas Gomez; FERROLI, Paulo Cesar Machado. Relatos de Interdisciplinaridade no Curso de Design Industrial da UNIVALI. In: 2º CIPD – Congresso Internacional de Pesquisa em Design. **Anais eletrônicos em CD-ROM**. Rio de Janeiro: Outubro de 2003.
- SANTOS, Flávio Anthero Nunnes Vianna dos; FERROLI, Paulo Cesar Machado. Eco-design: uma questão de especificação do produto ou uma mudança de conceito? In.: P&D – Pesquisa e Desenvolvimento – Design. **Anais eletrônicos em CD-ROM**. Brasília: outubro de 2002.
- SCHERER, F.; ROSS, David. **Industrial Market Structure and Economic Performance**. Boston (USA): Houghton Mifflin Company, 1990.
- SENGE, Peter. **A Quinta disciplina**. São Paulo: Best Seller, 1990.
- SCHRAMMAN JÚNIOR, Ricardo Fontes. **Veículo Compacto para uso Off-road**. Balneário Camboriú: Design Industrial, 2002. (Trabalho de Graduação Interdisciplinar - Curso de Design Industrial da Universidade do Vale do Itajaí).
- SILVA, Amanda Amorim da. **Equipamento para Deslocamento de Alimentos na Praia**. Balneário Camboriú: Design Industrial, 2002. (Trabalho de Graduação Interdisciplinar - Curso de Design Industrial da Universidade do Vale do Itajaí).
- SILVA, Tatiane Rocha e. **Adorno Pessoal – Flex Rubro**. Balneário Camboriú: Design Industrial, 2003. (Trabalho de Graduação Interdisciplinar - Curso de Design Industrial da Universidade do Vale do Itajaí).

- SLYWOTZKY, Adrian J.; KANIA, John. O Segredo das Marcas está nos Padrões de Comportamento. **HSM Management**. São Paulo: Savana, n° 31, Março – Abril de 2002. (Revista bimestral).
- SOUSA, A. R.; SCHNEIDER, C. A.; MAAS, G. A. Como Utilizar a medição por Coordenadas com Eficiência e Confiança. **Máquinas e Metais**. São Paulo: Aranda, n° 424, p. 114-127, Maio de 2001. (Revista mensal).
- SOUZA, A. C. de; NOVASKI, Olívio; PAMPLONA, E.; BATOCCHIO, A. **Condições Econômicas no Processo de Usinagem: Uma Abordagem para Consideração de Custos**. In.: VII Congresso Internacional de Custos, Léon, Espanha, **Anais eletrônicos em CD-ROM**, Julho de 2001.
- STEMMER, Caspar Erich. **Ferramentas de Corte**. Florianópolis: Ed. UFSC, 1994.
- STEWART, Thomas. **A Riqueza do Conhecimento**. Rio de Janeiro: Campus, 2002.
- STRUNK, Gilberto. **Viver de Design**. Rio de Janeiro: 2AB Editora, 2001.
- TEIXEIRA, Joselena de Almeida. **Design & Materiais**. Curitiba: Ed. CEFET-PR, 1999.
- TUBINO, Dalvio Ferrari. **Sistema de Produção**. Florianópolis: CD-ROM, 2000.
- TUBINO, Dalvio Ferrari. **Manual de Planejamento e Controle da Produção**. São Paulo: Atlas, 1997.
- VALERI, Sandro G. **Estudo do Processo de Revisão de Fases no Processo de Desenvolvimento de Produtos em uma Indústria Automotiva**. São Carlos: PPGEP-USC, 2000. (Dissertação de mestrado – PPGEP da Universidade de São Carlos).
- VELHO, Kaly Alexandra. **Carrinho para Transporte de Alimentos em Hotéis**. Balneário Camboriú: Design Industrial, 2002. (Trabalho de Graduação Interdisciplinar - Curso de Design Industrial da Universidade do Vale do Itajaí).
- WIREMAN, J. **Mechanical Engineering Design**. Industrial Press, USA, 1998.
- YOSHIKAWA, H. **Design Philosophy: The State of the Art**. CIRP n° 38, p. 579-586, 1989.
- ZAROTTI, Claudio. Novos materiais. In: **Design em Aberto**. Porto (Portugal): Ed. Porto, 1993. (Centro Português de Design – Coleção Design, Tecnologia e Gestão). p. 178 – 187.


## **APÊNDICE 1**

**Pesquisa exploratória para testar a relevância do tema – resultados**

## APÊNDICE 1 – Pesquisa exploratória para testar a relevância do tema - resultados

Com a aplicação dos questionários mostrados no quadro 1.1 (onde utilizou-se a média ponderada), percebeu-se que uma grande parcela dos pesquisados (58%) consideram a aparência e o preço como principal razão de escolha de um produto. A marca também é importante, aparecendo com 14%. Dentre os motivos para desistência da compra, novamente preço e aparência, com 48%, foram considerados como os principais motivos, seguidos da marca e da tecnologia, ambas com 12%. O quadro 1.2 mostra os resultados encontrados e as figuras 1 e 2 ilustram, na forma de gráficos, os resultados da pesquisa.

QUADRO 1.1 – Modelo de questionário aplicado para a pesquisa exploratória.

 <b>UNIVALI</b>	Universidade do Vale do Itajaí – CES BC – Curso de Design Industrial. MATERIAIS E PROCESSOS – 3º período. Abril de 2001. AC1 – Atividade Curricular 1. Prof. Paulo Cesar Machado Ferroli. Aluno (a):		
1. O presente questionário é parte de um estudo a ser realizado, que pretende investigar quais os fatores predominantes no momento de compra de um produto. Responda o questionário abaixo de acordo com as instruções, elaborando, ao final, um relatório com as principais conclusões obtidas. 2. Escolha um produto (relógio, tênis, óculos, etc.). Observe em várias lojas modelos do que você pretende comprar. Procure observar pelo menos três locais diferentes e responda as questões que seguem.			
a) Qual foi o produto escolhido?			
b) Para este produto, assinale qual a opção se encaixa melhor no número de modelos diferentes encontrados:			
( ) 1 a 5	( ) 6 a 10	( ) 11 a 15	( ) mais que 15
c) Em relação ao preço encontrado assinale a diferença (em porcentagem) do menor e do maior encontrado.			
( ) até 10%	( ) de 11 a 30%	( ) de 31 a 50%	( ) mais que 50%
d) Com relação à concorrência, assinale o número de marcas diferentes encontradas:			
( ) 1 a 2	( ) 3 a 4	( ) 5 a 6	( ) mais que 6
e) Você comprou o produto?			
( ) sim. Passe para a pergunta f.		( ) não. Passe para a pergunta g.	
f) Caso tenha comprado, assinale em ordem crescente (de 1 a 8), o fator decisivo que o levou a escolher determinado produto, justificando cada uma delas:			
( ) aparência (forma, estilo, cores)	Justificativa:		
( ) preço	Justificativa:		
( ) marca	Justificativa:		
( ) conforto de uso	Justificativa:		
( ) tecnologia	Justificativa:		
( ) assistência técnica	Justificativa:		
( ) garantia oferecida	Justificativa:		
( ) outros motivos:	Justificativa:		
Especifique:			
g) Caso você não tenha comprado o produto, indique em ordem crescente (1 a 8), o fator decisivo que o levou a desistir de sua compra, justificando cada uma delas:			
( ) aparência (forma, estilo, cores)	Justificativa:		
( ) preço	Justificativa:		
( ) marca	Justificativa:		
( ) conforto de uso	Justificativa:		
( ) tecnologia	Justificativa:		
( ) assistência técnica	Justificativa:		
( ) garantia oferecida	Justificativa:		
( ) outros motivos:	Justificativa:		
Especifique:			

## QUADRO 1.2 – Resultados encontrados na pesquisa exploratória.

Compra do produto: 72 alunos (73,47%)		Desistência da compra: 26 alunos (26,53%)	
Motivos para compra	Porcentagem (%)	Motivos para desistência	Porcentagem (%)
Aparência	33	Aparência	18
Preço	25	Preço	30
Marca	14	Marca	12
Conforto de uso	11	Conforto de uso	8
Tecnologia presente	7	Tecnologia presente	12
Assistência técnica	3	Assistência técnica	4
Garantia oferecida	3	Garantia oferecida	8
Outros	4	Outros	8

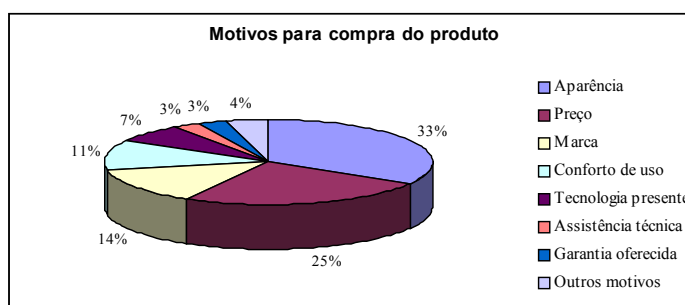


Figura 1.1. Motivos para compra do produto. Fonte: pesquisa exploratória elaborada pelo autor.

Pela experiência, nota-se que alguns fatores a serem discutidos nesta pesquisa, considerados imprescindíveis para que a equipe de projeto tenha sucesso, como os estéticos, mercadológicos e financeiros (por exemplo), ocupam lugar de destaque nos chamados conhecimentos empíricos da massa consumidora.

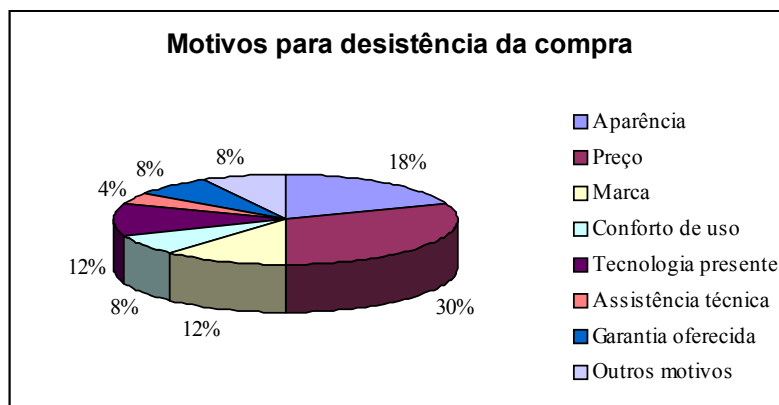


Figura 1.2. Motivos para desistência da compra. Fonte: pesquisa exploratória elaborada pelo autor.

## **APÊNDICE 2**

### **Classificação dos Materiais: Sugestão Elaborada para Aplicação do MAEM-6F**

## Classificação dos materiais.

Para essa pesquisa, os materiais foram classificados de acordo com informações obtidas nas seguintes referências bibliográficas: Manzini (1993), Mano (2000), Daybrasil (2004), Chiaverinni (1986), Teixeira (1999), Provenza (1996), CSN (2002), Ripper (1995), Albuquerque (2000), Assinvest (1995) e das revistas Plástico Industrial, Máquinas e Metais e Fundição e Serviços. Para efeito de simplificação, considerou-se apenas uma classificação ampla, tendo por objetivo, apenas servir de referência para escolha dos materiais para aplicação do MAEM-6F. Sendo assim, para aplicação do método MAEM-6F, sugere-se a classificação dos materiais mostradas na sequência. Os exemplos dos materiais obedeceram as seguintes normas: ABNT (Associação Brasileira de Normas Técnicas); NT CSN (Norma Técnica CSN); NBR (Norma Brasileira); NM (Norma Mercosul); SAE (*Society of Automotive Engineers*); ASTM (*American Society for Testing and Materials*); API (*American Petroleum Institute*); EN (*Euro Norme*); DIN (*Deutsches Institut für Normung e.v.*); BS (*British Standard*); SEW (*Material Specification by Organization of the German Iron and Steel Industry*); JIS (*Japanese Industrial Standards*); AS (*Australian Standards*).

QUADRO 2.1: Madeiras naturais, transformadas e para revestimentos

GE-RAL	GRUPO	SUB-GRUPO	TIPOS	PRINCIPAIS USOS
Madeiras	Naturais	Coníferas (Gimnospermas)	Pinho, Pinheiro, Cipreste, Cedrinho	Forros, móveis, peças torneadas, construção civil
		Frondosas (Angiospermas)	Aroeira-do-sertão, Sucupira amarela, Eucalipto, Jatobá, Cabreúva vermelha, Pau-marfim, Peroba-rosa, Canela, Amendoim, Imbuia, Cedro	Folhas decorativas, móveis, construção civil, instrumentos musicais, peças torneadas
	Transformadas	Madeira compensada	Compensado laminado, compensado sarrafiado, compensado naval	Móveis e usos internos, construção civil
		Madeira reconstituída	<i>Softboard</i> (leves)	Isolamento térmico, tratamento acústico
			<i>Hardboard</i> (pesadas)	Móveis
		Madeira aglomerada	Aglomerado de partículas	Móveis, construção civil (lambris, pisos)
		Aglomerado de fibras de média densidade - MDF	<i>Standard</i> (MDF ST)	Móveis, brinquedos
			Resistente à umidade (MDF MR)	Móveis de cozinhas, portas, janelas, soalhos, rodapés
			Retardante à chama (MDF FR)	Edifícios públicos
			De alta densidade (MDF HD)	Soalhos, escadas, cadeiras
	Para revestimentos	<i>Finish foil</i> (FF)	Folha decorativa para laminação em painéis de madeira	Proteção e função estética
		Baixa pressão (BP)	Decalque prensado a quente	
		Folhas de madeira (WV)	Lâminas de madeira coladas sobre o material	
		Melamina formaldeído	Fórmica (MF)	

QUADRO 2.2: Papéis (comum), cartões e papelão

GE-RAL	GRUPO	SUB-GRUPO	TIPOS	PRINCIPAIS USOS
Papel	Papel comum	Para imprensa e livros	Acetinado, <i>Bouffant</i> , <i>Cuchê</i> , <i>Off-set</i> , Jornal	Livros, catálogos, folhetos
		Para escrever	Sulfite, <i>Flor-post</i> , <i>Super-bond</i> , <i>Ledger</i>	Cadernos, envelopes, formulários
		Para embalagem	H.D., <i>Kraft</i> , Manilha, Monolúcido, Seda, <i>Strong</i>	Embrulhos, confetes, sacos de papel, embalagens
		Industriais	Cigarros, Desenho, Higiénico, Mata-borrão	Usos industriais específicos

Papel	Cartões	Cartão Duplex e Cartão Triplex	Embalagens p
		Cartão de primeira	Cartões de vi
		Cartão couro	Embalagens c
		Cartão pedra	Material de c
		Cartão palha	Caixas de sap
		Cartão supremo	Embalagens s
	Papelão	Ondulado simples, Face simples, Parede simples, Parede dupla	Caixas e emb

QUADRO 2.3: Metais ferrosos

GE- RAL	GRUPO	SUB- GRUPO	TIPOS	ALGUNS EXEMPLOS	
Metais	Ferrosos	Aços laminados a quente	Aços para usos gerais	ASTM A569, NBR 6658, SAE 1020	Construção c
			Aços para relaminação	CSN REL 180, CSN REL 260	Possuem alun
			Aços com qualidade estrutural	ASTM A36, ASTM A 570, NBR 6650	Pontes, torres
			Aços com boa conformabilidade	CSN ARR70, NBR 6655, DIN 17100	Longarinas, t
			Aços estruturais de alta resistência	ASTM A607, NBR 5000, CSN ARC 600	Construção c
			Aços patináveis	CSN-COR 420, CSN-COR 500	Construção c
			Aços para tubos	CSN TB18, JIS G3132	Indústria petr
			Aços para estampagem	NBR 5906, JIS G3131	Fabricação de
			Aços para recipiente de gases	ASTM A414, NBR 7460	Cilindros par
		Aços laminados a frio	Aços para usos gerais	SAE 1010, NBR 6658	Construção c
			Aços para estampagem média	NBR 5915 EM, DIN 1623	Indústria auto
			Aços para estampagem profunda	NBR 5915 EP, ASTM A366	
			Aços p/ estampagem extra-profunda	DIN 1623-1, ASTM A620	
			Aços <i>Bake-hardening</i>	SEW 094	Automóveis:
			Aços estruturais	NBR 6649, ASTM A611	Vigas e perfis
			Aços microligados	CSN ARF 315, CSN ARF 355	Indústria auto
			Aços para esmaltagem vítrea	NBR 6651, DIN 1623	Eletrodomést
			Aços para fins elétricos	CSN MOT, CSN CORE 50900	Transformado
		Aços zincados por imersão à quente	Aços para usos gerais	ASTM A-526, EN-10142, NBR 7008	Construção c
			Aços para estampagem	NBR 7008, ASTM A-653 DDS	Indústria auto
			Aços estruturais	ASTM A-653, NBR 10735	Silos, perfis,
			Aços refosforados	SEW 094	Painéis expos
			Aços microligados	SEW 093	
		Aços inoxidáveis	Martensíticos	AISI 403, AISI 420, AISI 440F	Lâminas de t
			Ferríticos	AISI 405, AISI 430, AISI 446	Equipamento
			Austeníticos	AISI 302, AISI 304, AISI 310.	Peças decorat

Metais	Ferrosos	Ferros fundidos	Ferro fundido branco		Revestimentos
			Ferro fundido cinzento	ASTM 20, SAE G-3000, DIN GG-30.	Bases de mác
			Ferro fundido resistente à corrosão – Austeníticos		Usos especia
			Ferro fundido resistente ao calor		
			Ferro fundido maleável	ABNT FMBF-3204, ABNT FMPF-3006	Indústrias me
			Ferro fundido nodular	ABNT FE 3817, DIN GGG-45	Peças sujeitas

QUADRO 2.4: Metais não-ferrosos

GE- RAL	GRUPO	SUB- GRUPO	TIPOS / ALGUNS EXEMPLOS	
Metais	Não-ferrosos	Cobre	Cobre eletrolítico tenaz – Cu ETP	Cabos condu
			Cobre refinado a fogo de alta condutibilidade – Cu FRHC	transformado
			Cobre refinado a fogo tenaz – Cu FRTP	Aplicado qua
			Cobre desoxidado com fósforo, de baixo teor – Cu DLP	Condução de
			Cobre desoxidado com fósforo, de alto teor – Cu DHP	tubulações de
			Cobre isento de oxigênio – Cu OF	Peças para ra
			Cobre refundido – Cu CAST	Aplicações e
			Liga cobre – arsênio desoxidado com fósforo	Trocadores d



		Ligas de cobre de baixo teor de liga	Liga cobre – prata tenaz		Bobinas, con
			Liga cobre – cádmio (CuCd)		Condutores a
			Liga cobre – cromo (CuCr)		Indústria elét
			Liga cobre – zircônio (CuZr)		
			Liga cobre – telúrio (CuTe)		Terminais de
			Liga cobre – enxofre (CuS)		máquinas aut
			Liga cobre – cádmio – estanho (CuCdSn)		Molas e conta
		Ligas de cobre de alto teor de liga	Latões (cobre + zinco)	ASTM 210, ASTM 260, ASTM 360	Objetos deco
			Latões especiais	ASTM 314, ASTM 353, ASTM 687	Componentes
			Latões para fundição	ABNT 11, ABNT 13, ABNT 17	Válvulas de b
			Bronzes (cobre + estanho)	ASTM 505, ASTM 510, ASTM 524	Molas condu
			Ligas cupro-níquel (Cu + Ni)	ASTM 704	Construções
			Ligas cobre – níquel – zinco: Alpacas		Objetos de cu
			Ligas cobre – alumínio		Trocadores d
		Alumínio	Ligas cobre – berílio	ASTM 172	Molas de inst
			Ligas cobre – silício		Eletrodos, pa
			Puro – até 99% de pureza	ABNT 15040	Artigos domé
			Ligas trabalhadas		Aplicações es
Metais	Não-ferrosos	Alumínio	Duralumínio	ABNT 2017	Indústria aero
			Ligas tratadas termicamente	ABNT 2011, ABNT 2024	civil
			Ligas super-resistentes.	SAE 201, SAE 204	Veículos mili
		Chumbo	Metais <i>babbitt</i> – para mancais	SAE 13, SAE 15, ASTM 15	Ligas de chum
			Chumbo refinado		Revestimento
			Chumbo puro		Tubos e chap
			Liga chumbo – arsênio		Usos especia
			Liga chumbo – cálcio		
			Liga chumbo – prata – cobre		
		Estanho	Estanho	ABNT EB-173	Estanhacão, p
			Liga Sn – Cu – Pb	SAE 11, SAE 12	Mancais
		Zinco	Zinco puro	ABNT P-EB-302	Galvanizaçã
			Zamac 3 (Al – Mg – Zn)	Zn A14	Componentes
			Zamac 5 (Al – Cu – Mg – Zn)	Zn A 14Cu	de lanternas,
		Níquel	Níquel A (99,4% Ni + Co)		Revestimento
			Níquel D (94% Ni + 4,5% Mn)		Fios de velas
			Duranickel (94 Ni + 4,5% Al)		Varetas de bo
			<i>Cast Nickel</i> (97% Ni + 1,5% Si)		Equipamento
			Metal <i>monel</i> (60 – 70% Ni; 29% Cu)		Indústrias ho
		Magnésio	Liga magnésio – alumínio – manganês		Indústria aero
			Liga magnésio – alumínio - zinco		trem de aterri
			Liga magnésio – terras raras – zircônio		engrenagens)
			Liga magnésio – zinco – zircônio		ópticos
			Liga magnésio – tório – zircônio		
		Titânio	Titânio puro – mínimo 99,2% de Ti		
			Liga Ti – Mn		Estruturas de
			Liga Ti – Al.		medicina
		Cromo	Cromo puro	Fabricação de aços especiais e recobrimento de metais (cromage	
		Manganês	Manganês puro	Fabricação de aços especiais	
		Ósmio	Ósmio puro	Fabricação de ligas, principalmente com o irídio	
		Ouro	Ouro puro	Joalherias, objetos de arte e enfeite	
		Paládio	Paládio puro	Fabricação de ligas, principalmente com o ouro, platina e prata	
		Platina	Platina pura	Fabricação de ligas, principalmente com o irídio (elevada dureza	
		Prata	Prata pura	Fabricação de jóias, moedas e objetos de enfeite	
		Vanádio	Vanádio puro	Fabricação de aços especiais, junto com o cromo usado na fabric	
		Antimônio	Antimônio puro	Composição de metais patentes para mancais e acumuladores elé	

QUADRO 2.5: Materiais sinterizados – Metalurgia do pó

GE- RAL	GRUPO	SUB-GRUPO	TIPOS	EXEMPLOS / PL			
Sinteri- zados – Meta- lurgia do pó	Metal duro	Carbonetos combinados	WC (Carboneto de tungstênio)	Fabricação de ferramentas de corte			
			TiC (Carboneto de Titânio)				
			Tac (Carboneto de Tântalo)				
			NbC (Carboneto Nióbio)				
		Revestidos	TiN (Nitreto de titânio) ou TiC	Ferramentas de corte mais duráveis			
		Múltiplas camadas	Revestimento de TiC – Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>				
	Ligas	WC + Co	Matrizes para estampagem e moldes para injeção				
	Metais refratários	Tungstênio	W	Filamentos de lâmpadas elétricas e na fabricação			
		Molibdênio	Mo	Grelhas de tubos eletrônicos, eletrodos de raios X			
		Tântalo	T	Recipientes, tubos, indústria química, medicina (			
		Nióbio	Ni	Aplicações a tubos eletrônicos			
	Ligas pesadas	Tungstênio – Níquel – Cobre (W–Ni–Cu)		Recipientes de cápsulas para substâncias radioativas, embreagens centrífugas			
		Tungstênio – Níquel – Ferro (W– Ni–Fe)					
		Tungstênio – Níquel – Ferro – Molibdênio					
	Materiais porosos	Bronzes	Baixa densidade	Filtros metálicos, mancais, buchas autolubrificantes, de arranque, bombas de água, limpadores de pára-brisas			
			Média densidade				
			Alta densidade				
		Ferros	Baixa densidade				
			Alta densidade				
		Ligas	Fe – Cu				
	Materiais p/ contatos elétricos	Metal-grafita	Grafita + prata, cobre ou bronze	Fabricação de produtos onde é necessário baixa			
		Pseudoligas	W – Ag			Contatos elétricos para serviços pesados ou críticos	
			Mo - Ag				
			W – Cu				
			WC – Ag				
	Materiais de fricção	Ligas sinterizadas	Cu – Pb – Sn – grafita – MoS	Sistemas de embreagem e frenagem de equipamentos militares (tanques de guerra), aviões, prensas, tornos			
Fe – Zn – grafita – cromita - SiC							
Cu – Sn – Sb – grafita - galena							
Ferrosos sinterizados	Aços sinterizados	Aços carbonos	Peças produzidas nas formas definitivas, peças de				
		Aço ao cobre / aço ao níquel					
		Aços inoxidável			AISI 303, AISI 316 e AISI 410	Peças esp	
	Ferros sinterizados	Fe – Cu – C	Componentes de máquinas de calcular, de armas, veículos.				
		Fe – C – Ni					
Sinteri- zados – Meta- lurgia do pó	Materiais magnéticos	Ligas	Fe – Co – W	Peças polares para motores ou geradores de corrente auto indução			
			Fe – Co – Mo				
	Ligas não-ferrosas	Imãs	Alnico	Objetos polarizados			
			Bronze sinterizado			Peças de alta condutibilidade elétrica, engrenagens	
			Latão sinterizado				
	Ligas de alumínio	Alpaca sinterizada					
		Ligas de alumínio		Peças para calibragem de instrumentos de metrologia			
	Ferritas	Sinterizadas	Sintéticas	Indutores de filtros, transformadores de alta frequ			

QUADRO 2.6: Polímeros - plásticos

GE- RAL	GRUPO	SUB-GRUPO	TIPOS	ALGUNS EXEMPLOS	
		Termo-plásticos	Polietileno	PEAD (PE de alta densidade)	Revestimento de silos e sacolas, sacos, engrenagens etc..
				PEMD (PE de média densidade)	
				PEBD (PE de baixa densidade)	
				PELBD (PE linear)	
				PELAD (PE linear de alta densidade)	
				Polietileno poroso	Filtros de pós, tratamen
			Polipropileno	PP	Embalagens, em espuma
			Poliestireno	PS comum (cristal)	Embalagens, utilidades
				HIPS (PS de alta densidade)	Gabinetes de rádio e TV

				EPS (isopor)	Proteção, construção civil	
				ABS	Capacetes esportivos, capacetes	
			Copolímeros do estireno	SAN	Lentes para instrumentos	
		Termo-plásticos	Copolímero do etileno	EVA	Solas de sapatos e sandálias	
			Poli(cloreto de vinila)	PVC	Tubulações hidrossanitárias	
			Poli(acrilonitrila)	PAN	Fibras têxteis (lã), compósitos	
			Poli(cloreto de vinilideno)	PVDC	Filmes para embalagens	
			Poliuretano termoplástico	TPU	Painéis de automóveis, sapatos	
			Poli(metacrilato de metila)	PMMA (acrílico)	Lanternas de carros, painéis	
		Termor-rígidos	Resina de fenol-formaldeído	PR (baquelite)	Engrenagens, pastilhas	
			Poliuretanos	PU	Amortecedores, molas, pneus	
		Plásticos de engenharia	Poli(óxido de metileno)	POM (acetal)	Indústria automobilística	
			Poli(tereftalato de eliteno)	PET (poliéster)	Garrafas de refrigerantes	
				PET G (spectar); RPET (reforçado)	transparentes e translúcidos	
			Poli(tereftalato de butileno)	PBT	Pára-lamas, calotas, componentes	
				PBT reforçado		
Polí-meros	Plásticos	Plásticos de engenharia	Policarbonato	PC (Lexan®): 9030, 9034	Ambientes internos, visíveis	
				Lexan® XI10 e Thermoclear	Ambiente externos (proteção)	
			Polietileno de ultra alto peso molecular	UHMWPE – UHMW 1900 – Tivar®	Polias, guias, mancais, eixos	
				UHMW 1900/875	Revestimentos de silos, tanques	
				UHMW Ceram-P	Material intermediário e final	
			Poliamidas alifáticas (nylon)	PA 6, PA 6.6, nylon 6.6 Technyl®	Engrenagens, polias, papeis	
				Nylotec® (nylon fundido)	Sapatos e calços, peças de reposição	
				Nyloil® (nylon fundido com Mo ou G)	Auto poder lubrificante	
			Teflon®	Politetrafluoretileno (PTFE)	Anéis de vedação, assentos, retentores, mancais, camisas, revestimentos, isoladores	
				Etileno-propileo fluorado (FEP)		
				Perfluoralcooloxitileno (ECTFE)		
				Etileno-tetrafluoretileno (ETFE)		
				Fluoreto de polivinilideno (PVDF)		
				Fluoreto de polivinila (PVF)		
			Celeron (tecido de algodão + resinas sintéticas)	Celeron grosso 1010 (DIN 2081)	Anéis de vedação, arruelas, engrenagens, mancais, papeis, correntes	
				Celeron fino 1024 (DIN 2082)		
				Celeron finíssimo 1060 (DIN 2083)		
			Celulósicos	Acetato; Butirato; Propinato	Volantes de direção, recipientes, embalagens transparentes	
			Polieterimida (PEI)	Ensinger® PEI	Instrumentos cirúrgicos, esterelização, componentes	
				Ensinger® PEI GF 30		
			Sulfito de polifenileno (PPS)	Ensinger® PPS	Mancais de atrito, componentes, régua guia	
				Ensinger® PPS GF 40		
			Poli-imida (PI)	Ensinger® TPI	Rodas dentadas, buchas, peças de plugues	
				Ensinger® TPI CF 30; TPI GF 30		
				Sintimid	Usos em temperaturas de até 250°C: aeroespacial, química, nuclear	
				Sintimid 15 G (com grafite)		
			Policlorotrifluoretileno (PCTFE)	Tecaflon PCTFE	Vedações de esfera, componentes de sensores, rolos e roletes	
				Tecaflon PVDF; PVDF AS		
			Polifenileter (PPE)	Tecanyl	Peças internas de bombas, isoladores	
				Tecanyl GF 30		
			Polietercetonaactercetona (PEKEKK)	Tecapek	Rodas dentadas, régua guia, apoio, peças de alta resistência	
				Tecapek CF 30; GF 30		
			Poliariletercetona (PAEK).	Tecapeek LX	Rodas dentadas, instrumentos	
			Polietersulfona (PES).	Tecason E	Instrumentos cirúrgicos, flanges	
				Tecason E GF 30		
Políme-ros	Plásticos	Polímeros de alta performance	Poli(fenileno sulfona) – PPSU		Tecason P	Recipientes para esterilização
			Polisulfona (PSU)		Tecason S	Vitrines, instrumentos cirúrgicos
					Tecason S GF 30	

			Poliarilato (PAR)	PAR	Bases de farol, maçanetas
			Poliésteres líquido-cristalinos	LCP	Substituição de partes c
			Poliamidas aromáticas	Aramid PPTA (Kevlar)	Fibra de reforço em com

QUADRO 2.7: Polímeros - blendas

GE- RAL	GRUPO	SUB- GRUPO	TIPOS	ALGUNS EXEMPLOS	
Políme- ros	Blendas	Misturas poliméricas miscíveis	PE + Poliolefinas / PP + Poli(l-butenó)		Filmes para embalagens
			PVC + NBR	Vynite	Fios e cabos elétricos, e
			PVC + MeSAN		Divisórias rígidas
			PVC +CPE (polietileno clorado)		Embalagens de alimento
			PMMA + PVDF		Placas transparentes par
			PPO + PS	Noryl	Painéis para indústria au
		Misturas poliméricas imiscíveis	NBR + PVC	N 7400	Revestimento de mangu
			PP + EPDM	PP-EPDM	Parachoque de carros,
			PS + BR	Suplerflex	Copos, bandejas, embal
			PVC + ASA	Geloy	Perfis rígidos para janel
			PVC + ABS	Cycovin	Carcaças de equipamen
			PVC + EVAL	Sumigraft	Tubos, eletrodutos, plac
			PVC + PU	Vythene	Solados e artigos resiste
			PC + ABS	Cycoloy	Aparelhos celulares, equ
			PC + PBT	Xenoy	Pára-choques e partes e
			PC + PET	Merlon	Filmes transparentes e t
			PET + elastômero	Rynite	Direção e componentes
			PET + PMMA	Ropet	Indústria eletro-eletrôni
			PBT + PET	Valox	Eletrodomésticos que so
			PBT + elastômero	Pocan	Usos específicos
			PA + PU	Durethan	Usos específicos
			PA + EPDM	Zytel	Materiais esportivos, co
			PA + ABS	Elemid	Painéis e componentes a
			PPO + PA	Noryl	Calotas, paralamas, retr
			PPO + HIPS	Prevex	Aparelhos domésticos e
			PPS + PTFE	BR	Selos, válvulas e manca
			PSF + ABS	Mindel	Componentes para circu
			PSF + PET		Produtos processados a

QUADRO 2.8: Polímeros – adesivos

GE- RAL	GRUPO	SUB-GRUPO	TIPOS	ALGUNS EXEMPLOS	
Polí- meros	Adesivos	Adesivos curados por reação anaeróbica	Ester dimetacrílico	Loctite 222, 243, 262, 2701, 272 e 290	Trav
			Êster metacrílico	Loctite 545	Ved
		Adesivos curados por reação anaeróbica	Êster dimetacrilato	Loctite 5205, 5206	Ved
			Uretano metacrílico	Loctite 603, 661	Fixa
			Uretano metacrilato	Loctite 366	Ades
			Acrilato	Loctite 322	Ades
		Adesivos curados por luz ultravioleta (UV)	Uretano acrilato	Loctite 394, 3103, 3106	
			Êster metacrilato	Loctite 3608	
			Acrílico modificado	Loctite 3920	
			Silicone alquóxico modificado	Loctite 5088	
			Silicone acético modificado	Loctite 5091	
			Borracha de silicone alquóxica	Loctite 5293	
		Adesivos curados por reação aniônica (cianoacrilatos)	Loctite 3491		Ades
			Loctite 322, 3103, 3106		Ades
			Loctite 3016		Ades
			Loctite 3608		Ved
			Loctite 394, 5293		Reve
			Loctite 5088, 5091		Ved
			Loctite 661		Fixa

			Loctite 366, 3920		Ade
		Adesivos curados com sistemas ativadores	Acrílicos modificados	Loctite 3292	Ade
				Loctite 3273, 3920	Ade
				Loctite 330	Ade
		Adesivos curados pela umidade ambiente	Silicones	Loctite 5900, 5910, 5699, 5999	Ved
				Loctite 5920	Ved
				Loctite 5088, 5091	Ved
				Loctite 5140	Ved
				Loctite 5293	Reve
		Adesivos curados pela umidade ambiente	Poliuretanos	Loctite 3951	Ade
				Loctite 5221	Ved
		Adesivos curados por calor	Loctite 3609, 3611, 3612		Ade
			Loctite 3016		Ved
			Resinol 90 C		Imp
			Vedantes e adesivos anaeróbicos		Trav
			Loctite 366		Ade
		Adesivos termorrígidos	Poli(acetato de vinila)	PVAC	Tint
			Resina epoxídica	ER	Com
			Resina de uréia-formaldeído	UR (resina uréica)	Vern
			Resina de melamina-formaldeído	MR (resina melamínica)	Peça

QUADRO 2.9: Cimentos, concretos e agregados

GE- RAL	GRUPO	SUB- GRUPO	TIPOS	SUBCLASSIFICAÇÃO	
Cime- ntos, concre- tos e agrega- dos	Algome- rantes	Cimento	Cimento Portland comum	Construção civil em geral	
			Cimento Portland de alta resistência inicial	Casos específicos na construção civil	
			Cimento branco para emprego não estrutural	Rejuntamento de azulejos, pastilhas e fins d	
			Cimento colante	Colagem de azulejos, pastilhas, pisos cerâm	
		Cal	Cal gorda	Revestimentos e alvenaria	
			Cal magra	Amassamento de argamassa de cimento, ar	
			Cal hidratada	Argamassa para reboco e alvenaria	
		Gesso		Isolamento acústico, revestimentos, fabrica	
		Asfalto	Asfalto oxidado	Tipo 1	Locais fri
				Tipo 2	Lajes inte
				Tipo 3	Lajes de c
			Asfalto filerizado	Impermeabilização	
	Agregados	Areia	Areia para concreto	Concretagem	
			Areia para argamassas	Grãos médios, com argila	Alvenaria
				Grãos médios, limpa	Emboço
				Grãos finos, limpa	Reboco
			Areia para fundição	Refratárias, com argila	Moldes p
		Pedra brita	Pedrisco	Matéria-prima para concretos	
			Britas nº 0, 1, 2, 3 e 4		
			Pedra de mão		
	Concreto Armado	Concretex®	Normal	Fundações, pilares, lajes, pisos, pavimentos	
			Bombeável	Pilares, lajes, pisos e concreto aparente	
		Concrelight®	Leve com isopor	Enchimentos e contrapisos	
			Leve com argila		
			Celular		
Cime- ntos, concre- tos e agrega- dos	Concreto armado	Concresílica®	Concreto com microsílica	Fundações, pilares, lajes, tubulações tipo ba	
		Concre-X®	Pesado, resistente a radiações	Estruturas menos permeáveis a radiações	
		Fuitex®	Supefluido	Lajes, pisos, pavimentos, tubulações tipo ba	

	Permeatex®	Sem finos	Enchimentos e contrapisos
	ARItex®	Alta resistência inicial	Pilares, lajes, pisos e pavimentos
	RF 60/90®	Resistência aos 60/90 dias	Fundações, tubulações tipo barretes, tubula
	Concrecolor®	Colorido	Concreto aparente
	Rolex®	Rolado	Sub-base de pavimentos
	Pavicreto®	Para pavimentação	Pavimentos

QUADRO 2.10: Cerâmicas

GERAL	GRUPO	SUB-GRUPO / TIPOS	PRINC
Cerâmicas	Comuns	Louça de barro, faiança e majólica	Vasos, filtros, cerâmica artística
		Pó de pedra	Louça doméstica, material para laboratórios
		Porcelana	
		Grês branco	
		Silício-aluminoso	Tijolos ou peças refratárias de uso geral
		Aluminoso	
		Sílica	Refratários para a construção de abóbadas e
	Avançadas	Produtos de metalurgia do pó, como por exemplo os Cermets	

QUADRO 2.11: Materiais naturais

GERAL	GRUPO	SUB-GRUPO	TIPOS	PRINC
Naturais	Gemas	Água marinha	$\text{BeAl}(\text{SiO}_3)_6$	Indústria de jóias
		Amazonita	$\text{K}(\text{AlSi}_3\text{O}_8)$	Indústria de jóias e objetos de arte
		Ametista	$\text{SiO}_2$	Indústria de jóias, amuletos e objetos de arte
		Andaluzita	$\text{Al}(\text{AlSiO}_5)$	Indústria de jóias
		Apatita	$\text{Ca}_4(\text{CaF})(\text{PO}_4)_3$	Indústria de jóias
		Azeviche		Jóias de luto, rosários e objetos de adorno
		Azurita	$\text{Cu}_3[(\text{OH})_2/(\text{CO}_3)_2]$	Objetos de arte industrial
		Ágata	Ágata musgosa	Anéis, broches, semi-jóias, objetos de arte
		Âmbar	Resina fóssil	Indústria de jóias
		Berilo	$(\text{Be}_3\text{Al}_2(\text{SiO}_3)_6)$	Indústria de jóias
		Citrino	$\text{SiO}_2$	Anéis, colares, objetos de arte
		Crisoberilo	Alexandrita Olho de gato	Indústria de jóias
Naturais	Gemas	Crisocola	$\text{CuSiO}_2 - 2\text{H}_2\text{O}$	Indústria de jóias
		Diamante		Joalherias e ferramentas de corte
		Esmeralda	$\text{Be}_3\text{Al}_2(\text{SiO}_3)_6$	Joalherias
		Granada	$\text{MgAl}_2(\text{SiO}_4)_3$	Indústria de jóias
		Hiddenita	$\text{LiAl}(\text{Si}_2\text{O}_6)$	Indústria de jóias e objetos de arte
		Jade ou Jadeíta	Jade imperial ou Jade da China	Indústria de jóias e objetos de decoração e
		Jaspe ou Silex	$\text{SiO}_2$	Objetos de arte industrial e mosaicos
		Lápis lazúli	$\text{Na}_8(\text{Al}_6\text{Si}_6\text{O}_{20})\text{S}_2$	Fins ornamentais, colares, anéis e objetos d
		Malaquita	$\text{Cu}_2[(\text{OH})_2\text{CO}_3]$	pedras ornamentais, colares e objetos indus
		Nefrita	$\text{Ca}_2\text{Mg}_5 / \text{Ca}_2\text{Fe}$	Objetos de arte, artesanato e adornos religio
		Opala		Objetos de arte industrial, joalherias
		Pedra de lua	$\text{K}(\text{AlSi}_3\text{O}_8)$	Jóias e objetos de arte industrial
		Período	$\text{Mg}_2\text{SiO}_4 / \text{Fe}_2\text{SiO}_4$	Indústria de jóias e objetos de arte industria
		Safira	$\text{Al}_2\text{O}_3$	Indústria de jóias
		Serpentina	$\text{Mg}_6[(\text{OH})_8/\text{Si}_4\text{O}_{10}]$	Pedras ornamentais
		Tanzanita	$\text{Ca}_2\text{Al}_3(\text{O}/\text{OH}/\text{Si}_2\text{O}/\text{Si}_2\text{O}_7)$	Fabricação de jóias
		Titanita	$\text{CaTi}_9(\text{O}/\text{SiO}_4)$	Colares, anéis e objetos de arte industrial
		Topázio	$\text{Al}_2(\text{SiO}_4)(\text{FOH})_2$	Joalherias e objetos de arte industrial
		Turquesa ou Calaíta	$\text{CuAl}_6(\text{OH})_2/\text{PO}_4)_4$	Jóias, amuletos e objetos de arte industrial
		Zircão	$\text{Zr}(\text{SiO}_4)$	Indústria de jóias
	Orgânicos	Osso		Ferramentas primitivas, artesanatos e ornam
		Pérola		Indústria de jóias

		Concha	CaCO <sub>3</sub>	Ferramentas primitivas e ornamentos
		Couro		Cintos, sapatos, bolsas, sacolas, roupas
	Outros	Grafite	C	Escovas, eletrodos, lápis, moldes, isolamen
		Granito	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> -SiO <sub>2</sub>	Mobiliário, fachadas, peças decorativas
		Marfim		Objetos industriais, colares e jóias
		Mármore-ônix	Rocha de mármore	Arte industrial, decoração

QUADRO 2.12: Materiais para indústria têxtil

GERAL	GRUPO	TIPOS	
Fibras e filamentos têxteis	Lã	Carneiro; Ovelha	
	Pêlos	Alpaca; Lhama; Camelo; Cabra; Cashemir; Mohair; Angorá; Vicunha; Iaque; Guanaco; Castor; Lontra	
	Fibras naturais	Seda	Casulos de insetos sericígenos
		Algodão; Capoque, Linho	
		Cânhamo	Cannabis sativa
Juta		Corchorus olitorius / Corchorus capsularis	
Fibras e filamentos têxteis	Fibras naturais	Abacá	Musa textilis
		Alfa	Stipa tenacissima
		Coco	Cocos mucifera
		Giesta	Cytisus scoparius / Spartum junceum
		Kenaf	Hibicus cannabius
		Rami	Boehmeria nivea / Boehmeria tenacissima
		Sisal	Agave sisalana
		Bis Sunn	Crotalaria juncea
		Ter Henequen	Agave fourcroydes
		Quarter Maguey	Agave cantala
		Malva	Hibiscus sylvistres
		Caroá	Neoglaziovia variegata
		Graxima	Abutilon hirsutum
		Tucum	Tucumã bactris
		Piteira	Agave americana
		Papoula São Francisco	Cânhamo brasileiro
		Fibras artificiais	Anidex
	Acetato		Fibra de acetato da celulose com 92% / 74%
	Proteínica		Substâncias proteínicas naturais regeneradas e estabilizadas por agentes químicos
	Alginato		Sais metálicos de ácido alginico
	Modal		Fibra de celulose regenerada para alta tenacidade no estado molhado
	Triacetato		Fibra de acetato de celulose com 92% dos grupos hidroxilas acetiladas
	Viscose		Fibra de celulose regenerada pelo processo viscose para filamento
	Acrílico		Fibra de macromoléculas lineares, com 85% de acrilonitrila
	Clorofibra		Fibra de macromoléculas lineares com 50% de monômero vinil ou clorado
	Fluorofibra		Fibra de macromoléculas lineares obtidos a partir de fluors
	Poliamida		Fibra de macromoléculas lineares do grupo amida
	Poliéster		Fibra de macromoléculas lineares, com 85% de éster de diol e ácido tereftálico
	Poliétileno		Fibra de macromoléculas lineares de hidrocarbonetos alifáticos
	Polipropileno		Fibra de macromoléculas lineares saturadas de hidrocarbonetos com metila
	Policarbamida		Fibra de macromoléculas lineares com repetição do grupo funcional uréia
	Poliuretana		Fibra de macromoléculas lineares com grupamento funcional uretana
	Vinilal		Fibra de macromoléculas lineares com álcool polivinílico com taxa de acetilação
	Elastodieno		Elastofibra constituída de poliisopropeno natural ou sintético
	Elastano		Fibra constituída de 85% de massa poliuretana segmentada
	Vidro têxtil	Fibra constituída de vidros	
Metal	Amianto, metalizada ou metálica		
Modacrílico	Fibra de macromoléculas lineares com 50 a 85% do grupo acrilonitrílico		

QUADRO 2.13: Borrachas

GERAL	GRUPO	SUB-GRUPO	TIPOS / PROVENIÊNCIA	PRINC
	Naturais	Origem vegetal	Hevea brasiliensis	Câmeras de ar, pneus, solados
		Borracha de poli-isopreno		Pneus para automóveis e caminhões

Borrachas

Sintéticas

		Butadieno-estireno	SBR	Combinações com a borracha natural, pneus,
		Copolímeros de butadieno-acrilo-nitrila		Diafragmas para carburado, tanques de comb
		Polímeros de clorobutadieno	Cloroprene Neoprene	Mangueiras e guarnições para óleo em tempe especiais para mergulho
		Copolímeros de isobutileno	Borrachas Butil	Tubos internos, mangueiras e diafragmas par elétrico, câmaras de ar
		Poli-sulfetos	Thiokol	Vedação em equipamentos para refinarias e c
		Poliacrílicos	Borrachas acrílicas (Hycar)	Tubos para passagem de óleo quente, aparelh
		Borrachas de silicone	Polysiloxane	Cobertura de fios e cabos, guarnições e tubos

QUADRO 2.14: Óleos e graxas

GERAL	GRUPO	SUB-GRUPO		TIPOS / PROVENIÊNCIA	PRINC.
Lubrificantes	Líquidos	Fluidos de corte		Óleos minerais	Usinagem leve, de pouca precisão para aços
				Óleos graxos	Acabamento fino em usinagem
				Óleos compostos	Fresagem, furação, usinagem de cobre e suas
				Óleos solúveis	Maioria das operações de corte
				Óleos EP	
				Óleos sulfurados e clorados	Usinagem de metais mais duros
		Óleos lubrifi- cantes	- 30 <sup>0</sup> C a 0 <sup>0</sup> C	ISO VG 15, 22 e 32	Óleo para máquinas de refrigeração abaixo d
				ISO VG 32, 46 e 68	Óleo para rolamentos e turbinas abaixo de 50
			0 <sup>0</sup> C a 50 <sup>0</sup> C	ISO VG 46, 68 e 100	Óleo para rolamentos e turbinas abaixo de 50
				ISO VG 15, 22 e 32	Óleo para rolamentos e turbinas, entre 50 a 1
				ISO VG 68, 100 e 150	Óleo para rolamentos e turbinas, entre 50 a 1
				ISO VG 32, 46 e 68	Óleo para rolamentos e turbinas com usos ac
				80 <sup>0</sup> C a 110 <sup>0</sup> C	ISO VG 320 e 460
			ISO VG 460 e 680		Óleo para rolamentos e engrenagens abaixo de 50
			ISO VG 220 e 320		Óleo para rolamentos, entre 50 a 100% do lir
		ISO VG 68 e 100	Óleo para rolamentos e turbinas com usos ac		
	Pastosos	Graxas lubrificantes		Graxa de lítio	Elementos de máquinas, eixos, rolamentos, r
				Graxa de sódio	Elementos de máquinas usados em ambientes
				Graxa de cálcio	Elementos de máquinas onde exige-se alta re
				Graxa de base não-sabão	Em solicitações especiais como calor, ácidos

QUADRO 2.15: Tinta e vernizes

GERAL	GRUPO	SUB-GRUPO	PRINCIPAIS USOS	
Tintas e vernizes	Alquídicas	Tinta á óleo	Madeiras	
		Esmalte sintético	Madeiras, superfícies metálicas e alvenaria; podem ser brilhantes acetinados (interiores)	
	Vinílicas	Látex a base de PVA	Alvenaria, concreto, massa corrida, argamassa, interiores onde não exista umidade	
	Acrílicas	Látex acrílico	Tinta imobiliária indicada para aplicações exteriores e interiores	
	Borracha clorada		Áreas marítimas e industriais, demarcação de tráfego, piscinas e onde se exija gran	
	Poliuretânica	Aromática	Excelente resistência química e física	Máquinas e equipamentos: tratores
		Alifática	Ótima retenção de cor – sem amarelamento	
		Monocomponentes	Reagem com o ar do ambiente	
	Epoxídica	Epóxi modificada	Refrigeradores, freezers, fogões, autopeças, aquecedores, esquadrias, componente máquinas, embarcações industriais, indústria petroquímica, etc.	
		Éster de epóxi		
		Epóxi não modificada		
	Poliéster		Construção civil e indústria moveleira	
	Nitrocelulose	Lacas	Superfícies de madeira e metal; acabamento de produtos industriais; repintura auto	
		Tintas nitrosintéticas		
	Selador	Nitrocelulose	Tinta incolor cuja função é fechar a porosidade da superfície e prepará-la para o a	
		Poliuretano		
		Sintéticos		
Primers	Nivelador	Preparação de substratos, usado normalmente sobre massas		
	Acabamento	Imitação de madeiras nobres		
	Alquídicos	Indicado para interiores		



		Copal	Madeiras em interiores e em substituição a goma-laca
		Acrílicos	Concreto aparente, cerâmica e madeiras
		Óleos-uretanicos	Madeiras em exteriores (deques de piscinas e navios, portões, grades, etc.). São co
		Poliuretânicos	Os mais indicados para aplicações sobre concreto

## APÊNDICE 4

### **Adaptação da Ferramenta 5W2H para Preenchimento dos Quadros Auxiliares Usados no MAEM-6F**

QUADRO 4.1. Adaptação da ferramenta 5W2H, usada como auxílio ao preenchimento dos *check-lists* (fatores fabris e de manufatura; mercadológicos e sociais; econômicos e financeiros).

Fatores		Desdobramentos	Questões do <i>check-list</i>	Quem poderá responder melhor	Onde procurar a melhor resposta
	Fabris e de manufatura	Máquina	1	Engenheiros industriais e/ou de produção / departamento de métodos e processos / gerência de produção	Chão-de-fábrica
			2		
			3		
		Meio-ambiente	4		
			5		
			6		
		Medida	7	Técnicos / compras	Departamento comercial
			8	Engenheiros industriais e de produto/produção	Chão-de-fábrica.
			9		
		Método	10	Engenheiros de produto, engenheiros de produção, designers industriais	Projetos / chão-de-fábrica
			11		
			12		
		Mão-de-obra	13	Engenheiros de produção; gerentes de produção	Chão-de-fábrica
			14		
	Mercadológicos e sociais	Consumidores	15	Gerente geral, designers industriais, engenheiros do produto	Departamento de projetos e pesquisa, administração geral de negócios
			16		
		Tecnologia	17		
			18		
		Marketing	19	Gerentes de marketing, designers, administradores, analistas de mercado	
			20		
		Fronteiras geográficas	21		
			Concorrência	22	
		23			
		Estrutura organizacional	24	Engenheiros de produção, gerentes de produção	
	Econômicos e financeiros	Gestão financeira/ fluxo de caixa	25	Engenheiros de produção, administradores de custos	Gerência de produção e departamento de custos
			26		
Investimentos / impostos		27	Engenheiros do produto e produção, administradores de custos		
		28			
		29	Técnicos de admissão e recrutamento	Departamento de RH	
Fornecedores		30	Técnicos de compras	Departamento comercial	
		31			
		32			
Capital intelectual.		33	Gerente geral e administração de pessoal	Gerência geral e RH	
Estrutura de custos/ margem de lucro		34	Técnicos de compras	Departamento comercial	
		35	Engenheiros de produção	Chão-de-fábrica	
Treinamentos e capacitações		36	Gerentes de produção	Chão-de-fábrica	

QUADRO 4.2. Adaptação da ferramenta 5W2H, usada como auxílio ao preenchimento dos *check-lists* (fatores estéticos e de apresentação; ergonômicos e de segurança do produto; ecológicos e ambientais).

Fatores		Desdobramentos	Questões do <i>check-list</i>	Quem poderá responder melhor	Onde procurar a melhor resposta
	Estéticos e de apresentação	Forma	37	Designers e engenheiros do produto	Departamento de projetos
			38		
		Estilo	39	Designers industriais	
			40		
		Tendências	41	Designers industriais, analistas de mercado	Departamento de projetos, administração geral
			42		
		Informações	43	Designers industriais, técnicos de compras, engenheiros do produto	Departamento de projeto e pesquisa, departamento comercial
			44		
			45		
		Cores	46	Designers e engenheiros de materiais	Departamento de projeto e pesquisa
	47				
	48				
	Integração projetual	49	Designers industriais e engenheiros de produto	Departamento de projetos	
	Ergonômicos e de segurança	Segurança de uso	50	Técnicos de compras, engenheiros do produto	Departamentos comercial e de projeto
			51		
			52	Engenheiros de materiais.	
		Antropometria e biomecânica	53	Designers e ergonomistas	Departamento de projeto
			54		
		Ergonomia cognitiva	55	Designers, psicólogos, analistas de mercado	Departamento de projeto e pesquisa
			56		
		Instalações	57	Engenheiros de produção e de materiais, ergonomistas	Departamento de projeto e chão-de-fábrica
			58		
		Usabilidade	59	Designers, engenheiros de materiais, ergonomistas	Departamento de projeto e pesquisa; chão-de-fábrica
	60				
	61		Designers e ergonomistas		
	Adequação / garantia	62	Técnicos de compras, engenheiros de produção, ergonomistas	Departamento de projeto, compras e chão-de-fábrica	
		63			
	Ecológicos e ambientais	Subprodutos	64	Engenheiros de produção e ambientais	Departamento de projeto e chão-de-fábrica
			65		
		Tratamento de efluentes	66	Engenheiros de materiais e químicos industriais	Produção e processamento
			67		
		Reutilização e reaproveitamento	68	Designers e engenheiros do produto e produção	Departamento de projeto e chão-de-fábrica
		Reciclagem	69	Técnicos de compras	Departamento comercial
			70	Engenheiros de produção	Chão-de-fábrica
		Normalização	71	Técnicos de compras	Departamento comercial
		Impacto ambiental	72	Designers, engenheiros do produto e produção, ambientalistas, compras	Departamentos de projetos e pesquisa, comercial, chão-de-fábrica
			73		
74					

## **APÊNDICE 5**

**Tabelas de Análises de TGI's Defendidos em Julho de 2003.**

TGI 1 - ARCO – *Concept Car*. Fonte adaptada: Huth (2003).

Fatores e seus desdobramentos											
Fabris e de manufatura		Mercadológicos e sociais		Econômicos e financeiros		Estéticos e de apresentação		Ergonômicos e de segurança		Ecológicos e ambientais	
Desdobramento	Anali-sado?	Desdobramento	Anali-sado?	Desdobramento	Anali-sado?	Desdobramento	Anali-sado?	Desdobramento	Anali-sado?	Desdobramento	Anali-sado?
Máquina	A	Consumidores	A	Fornecedores	S	Forma	A	Segurança de uso	A	Reciclagem	A
Meio-ambiente	S	Fronteiras geográficas	S	Gestão financeira	N	Estilo	A	Antropometria e biomecânica	A	Utilização de subprodutos	A
Mão-de-obra	A	Tecnologia	A	Investimentos	N	Tendências	A	Instalações	S	Normalização	S
Método	A	Concorrência	A	Capital intelectual	N	Informações	S	Ergonomia cognitiva	A	Impacto ambiental	A
Matéria-prima	A	Marketing	A	Estrutura de custos	S	Cores	A	Usabilidade	A	Reutilização/ reaproveitamento	S
Medida	A	Estrutura organizacional	A	Treinamentos e capacitações	A	Integração projetual	S	Adequação / garantia	N	Tratamento de efluentes	N
Somatório	5,5	Somatório	5,5	Somatório	2,0	Somatório	5,0	Somatório	4,5	Somatório	4,0
<b>TOTAL</b>									<b>26,5 PONTOS</b>		

## TGI 2 - Squalo. Fonte adaptada: Netto (2003).

Fatores e seus desdobramentos											
Fabris e de manufatura		Mercadológicos e sociais		Econômicos e financeiros		Estéticos e de apresentação		Ergonômicos e de segurança		Ecológicos e ambientais	
Desdobramento	Anali-sado?	Desdobramento	Anali-sado?	Desdobramento	Anali-sado?	Desdobramento	Anali-sado?	Desdobramento	Anali-sado?	Desdobramento	Anali-sado?
Máquina	A	Consumidores	A	Fornecedores	A	Forma	A	Segurança de uso	A	Reciclagem	A
Meio-ambiente	A	Fronteiras geográficas	N	Gestão financeira	S	Estilo	A	Antropometria e biomecânica	A	Utilização de subprodutos	A
Mão-de-obra	A	Tecnologia	A	Investimentos	S	Tendências	A	Instalações	A	Normalização	A
Método	A	Concorrência	S	Capital intelectual	N	Informações	S	Ergonomia cognitiva	A	Impacto ambiental	S
Matéria-prima	A	Marketing	A	Estrutura de custos	S	Cores	A	Usabilidade	A	Reutilização/ reaproveitamento	S
Medida	A	Estrutura organizacional	S	Treinamentos e capacitações	N	Integração projetual	S	Adequação / garantia	S	Tratamento de efluentes	N
Somatório	6,0	Somatório	4,0	Somatório	2,5	Somatório	5,0	Somatório	5,5	Somatório	4,0
<b>TOTAL</b>									<b>27 PONTOS</b>		

TGI 3 - Adorno pessoal Flex Rubro. Fonte adaptada: Silva (2003).

Fatores e seus desdobramentos											
Fabris e de manufatura		Mercadológicos e sociais		Econômicos e financeiros		Estéticos e de apresentação		Ergonômicos e de segurança		Ecológicos e ambientais	
Desdobramento	Anali-sado?	Desdobramento	Anali-sado?	Desdobramento	Anali-sado?	Desdobramento	Anali-sado?	Desdobramento	Anali-sado?	Desdobramento	Anali-sado?
Máquina	A	Consumidores	A	Fornecedores	A	Forma	A	Segurança de uso	A	Reciclagem	A
Meio-ambiente	A	Fronteiras geográficas	S	Gestão financeira	N	Estilo	A	Antropometria e biomecânica	A	Utilização de subprodutos	A
Mão-de-obra	A	Tecnologia	A	Investimentos	N	Tendências	A	Instalações	N	Normalização	N
Método	A	Concorrência	S	Capital intelectual	N	Informações	S	Ergonomia cognitiva	S	Impacto ambiental	S
Matéria-prima	A	Marketing	A	Estrutura de custos	S	Cores	S	Usabilidade	A	Reutilização/ reaproveitamento	N
Medida	A	Estrutura organizacional	N	Treinamentos e capacitações	S	Integração projetual	S	Adequação / garantia	N	Tratamento de efluentes	N
Somatório	<b>6,0</b>	Somatório	<b>4,0</b>	Somatório	<b>2,0</b>	Somatório	<b>4,5</b>	Somatório	<b>3,5</b>	Somatório	<b>2,5</b>
<b>TOTAL</b>									<b>22,5 PONTOS</b>		

TGI 4 – LIMPI – Transporte para materiais de limpeza e manutenção para quartos de hotel. Fonte adaptada: Cunha (2003).

Fatores e seus desdobramentos											
Fabris e de manufatura		Mercadológicos e sociais		Econômicos e financeiros		Estéticos e de apresentação		Ergonômicos e de segurança		Ecológicos e ambientais	
Desdobramento	Anali-sado?	Desdobramento	Anali-sado?	Desdobramento	Anali-sado?	Desdobramento	Anali-sado?	Desdobramento	Anali-sado?	Desdobramento	Anali-sado?
Máquina	A	Consumidores	A	Fornecedores	A	Forma	A	Segurança de uso	A	Reciclagem	A
Meio-ambiente	S	Fronteiras geográficas	A	Gestão financeira	S	Estilo	A	Antropometria e biomecânica	A	Utilização de subprodutos	A
Mão-de-obra	S	Tecnologia	A	Investimentos	N	Tendências	A	Instalações	N	Normalização	A
Método	A	Concorrência	A	Capital intelectual	N	Informações	S	Ergonomia cognitiva	A	Impacto ambiental	A
Matéria-prima	A	Marketing	A	Estrutura de custos	S	Cores	A	Usabilidade	A	Reutilização/ reaproveitamento	A
Medida	A	Estrutura organizacional	N	Treinamentos e capacitações	S	Integração projetual	N	Adequação / garantia	N	Tratamento de efluentes	N
Somatório	<b>5,0</b>	Somatório	<b>5,0</b>	Somatório	<b>2,5</b>	Somatório	<b>4,5</b>	Somatório	<b>4,0</b>	Somatório	<b>5,0</b>
<b>TOTAL</b>									<b>26 PONTOS</b>		

TGI 5 – Flutuador para crianças com paralisia cerebral. Fonte adaptada: Laus (2003).

Fatores e seus desdobramentos											
Fabris e de manufatura		Mercadológicos e sociais		Econômicos e financeiros		Estéticos e de apresentação		Ergonômicos e de segurança		Ecológicos e ambientais	
Desdobramento	Anali-sado?	Desdobramento	Anali-sado?	Desdobramento	Anali-sado?	Desdobramento	Anali-sado?	Desdobramento	Anali-sado?	Desdobramento	Anali-sado?
Máquina	A	Consumidores	A	Fornecedores	A	Forma	A	Segurança de uso	A	Reciclagem	A
Meio-ambiente	A	Fronteiras geográficas	A	Gestão financeira	S	Estilo	A	Antropometria e biomecânica	A	Utilização de subprodutos	S
Mão-de-obra	S	Tecnologia	A	Investimentos	S	Tendências	A	Instalações	A	Normalização	N
Método	A	Concorrência	A	Capital intelectual	N	Informações	S	Ergonomia cognitiva	A	Impacto ambiental	A
Matéria-prima	A	Marketing	A	Estrutura de custos	S	Cores	A	Usabilidade	A	Reutilização/ reaproveitamento	A
Medida	A	Estrutura organizacional	N	Treinamentos e capacitações	S	Integração projetual	N	Adequação / garantia	S	Tratamento de efluentes	N
Somatório	<b>5,5</b>	Somatório	<b>5,0</b>	Somatório	<b>3,0</b>	Somatório	<b>4,5</b>	Somatório	<b>5,5</b>	Somatório	<b>3,5</b>
<b>TOTAL</b>									<b>27 PONTOS</b>		

TGI 6 – Mobiliário Odontológico Mocho Evolution. Fonte adaptada: Moreira (2003).

Fatores e seus desdobramentos											
Fabris e de manufatura		Mercadológicos e sociais		Econômicos e financeiros		Estéticos e de apresentação		Ergonômicos e de segurança		Ecológicos e ambientais	
Desdobramento	Anali-sado?	Desdobramento	Anali-sado?	Desdobramento	Anali-sado?	Desdobramento	Anali-sado?	Desdobramento	Anali-sado?	Desdobramento	Anali-sado?
Máquina	A	Consumidores	A	Fornecedores	S	Forma	A	Segurança de uso	A	Reciclagem	A
Meio-ambiente	S	Fronteiras geográficas	A	Gestão financeira	S	Estilo	A	Antropometria e biomecânica	A	Utilização de subprodutos	S
Mão-de-obra	S	Tecnologia	S	Investimentos	N	Tendências	A	Instalações	A	Normalização	S
Método	A	Concorrência	S	Capital intelectual	N	Informações	A	Ergonomia cognitiva	A	Impacto ambiental	N
Matéria-prima	S	Marketing	S	Estrutura de custos	N	Cores	A	Usabilidade	A	Reutilização/ reaproveitamento	N
Medida	S	Estrutura organizacional	N	Treinamentos e capacitações	N	Integração projetual	N	Adequação / garantia	N	Tratamento de efluentes	N
Somatório	<b>4,0</b>	Somatório	<b>3,5</b>	Somatório	<b>1,0</b>	Somatório	<b>5,0</b>	Somatório	<b>5,0</b>	Somatório	<b>2,0</b>
<b>TOTAL</b>									<b>20,5 PONTOS</b>		

## **ANEXO 1**

**Curso de Design Industrial da UNIVALI.**



## **ANEXO 1 - Curso de Design Industrial da UNIVALI**

Segundo o Projeto Pedagógico (Design Industrial – UNIVALI, 2002), o curso de Design Industrial da UNIVALI tem por missão formar profissionais de Design com pensamento crítico e multidisciplinar, integrando diversos conhecimentos através das atividades de pesquisa, ensino e extensão e permitindo ao futuro designer ser um agente de intervenção e modificação social.

A revolução tecnológica, que vem proporcionando à humanidade – ou a uma parte dela – conviver com formas inovadoras e materiais diferentes de tudo que se conhecia há menos de uma década, tem contribuído para determinar as tendências internacionais do design.

Estas novas tendências abrem boas perspectivas para os profissionais da área, cuja formação está assentada no conceito de desenvolvimento sustentável, tendo como paradigma, portanto, a criação de produtos e serviços que valorizem as culturas locais e busquem manter o equilíbrio e a harmonia entre os seres humanos e o meio ambiente.

Para atingir a meta proposta por esse novo modelo de desenvolvimento, o mercado internacional tem adotado normas como a ISO 14.000, que interessam particularmente ao design, pois sinalizam para novas concepções na área.

A partir desta regulamentação e de muitas outras que estão surgindo, as empresas que quiserem ser fornecedoras de países adeptos do desenvolvimento sustentável devem se adaptar a produzir sem agredir. A preocupação não deve se restringir apenas aos processos de produção, mas também a toda a vida útil do produto ou serviço, chegando, principalmente, ao seu descarte.

Adaptar os sistemas de produção a estas novas exigências é especialmente relevante em regiões de alto índice de industrialização, como é o caso de Santa Catarina. Um dos estados brasileiros mais desenvolvidos e com melhores índices gerais de qualidade de vida, Santa Catarina tem posição política e social estratégica, que a transforma em importante pólo nacional exportador, principalmente para o Mercosul.

O Vale do Itajaí, com seus excelentes índices de produção industrial, possui uma força econômica e cultural única em toda a América do Sul. A massa de consumidores do Vale do Itajaí soma cerca de 1,2 milhões de pessoas, a maioria vivendo em áreas urbanas. As cidades respondem por mais de um terço do poderio econômico de Santa Catarina, e concentram o segundo maior pólo têxtil do mundo, com mais de 600 unidades fabris, empregando cerca de 600 mil pessoas.

A região revela-se como um promissor pólo de trabalho, pesquisa e consumo para um profissional habilitado em Design, ainda mais neste período da história da humanidade, em que a abertura de mercados globalizados exige profissionais especializados e conscientes de sua função sócio-cultural.

O curso de Design Industrial da UNIVALI surge como o primeiro do país com ênfase nas atividades de design ligadas ao Turismo e ao Lazer. A partir da busca desse segmento de mercado, que atualmente é considerado o setor da economia mundial que mais movimenta recursos e tem crescido em média 10% ao ano, o curso conseguiu um posicionamento estratégico e um diferencial competitivo que permitiu uma rápida divulgação das suas atividades, tanto na região, como no país.

O resultado desse diferencial pode ser comprovado facilmente quando se observa a crescente demanda pelo curso nos vestibulares e a excelente colocação de seus alunos no mercado de trabalho, além dos inúmeros pedidos de transferência de cursos afins e de outros cursos de Design de dentro e fora do Estado.

Além da ênfase do curso em Turismo e Lazer, outros diferenciais importantes são os laboratórios de computação multiplataforma, que permitem ao aluno conhecer os mais variados recursos disponíveis no mercado; a importância destinada às multimídias dentro do curso; as disciplinas de gestão que permitem formar não apenas empregados mas, também, empreendedores do design e o quadro de professores, que conta com designers formados nas principais escolas do país e com ótimo nível de titulação e experiência profissional.

O quadro 1 apresenta a estrutura do curso de Design Industrial da UNIVALI.

QUADRO 1: Estrutura do curso de Design Industrial da UNIVALI. Fonte: Design Industrial – UNIVALI (2002).

1º PERÍODO				2º PERÍODO			
Disciplinas	Teoria	Prática	Total	Disciplinas	Teoria	Prática	Total
Laboratório de Criatividade	45	15	60	Metodologia Visual	30	30	60
Metodologia Visual	30	30	60	Metodologia do Projeto e Pesquisa	30	30	60
Desenho Geométrico	15	45	60	Geometria Descritiva	30	-	30
Desenho de Apresentação e Observação	15	45	60	Estética	30	-	30
Matemática	60	-	60	Estatística	60	-	60
História da Arte e da Tecnologia	60	-	60	História da Tecnologia	60	-	60
				Desenho Técnico	30	30	60
				Visita Técnica (AEA)	-	15	15
TOTAL	225	135	360	TOTAL	270	105	375
3º PERÍODO				4º PERÍODO			
Design Industrial (Projeto de Produtos)	15	45	60	Design Industrial (Projeto de Produtos)	15	45	60
Expressão	15	45	60	Expressão	15	45	60
Ergonomia	60	-	60	Ergonomia	60	-	60
Materiais e Processos	60	-	60	Ilustração	30	30	60
Antropologia	30	-	30	Semiótica	60	-	60
Fundamentos do Turismo	30	-	30	Sociologia	30	-	30
Computação Gráfica	-	60	60	Física	30	-	30
				Visita Técnica (AEA)	-	15	15
TOTAL	210	150	360	TOTAL	240	135	375
5º PERÍODO				6º PERÍODO			
Design Industrial (Projeto de Produtos)	15	45	60	Design Industrial (Projeto de Produtos)	15	45	60
Multimídia	15	45	60	Multimídia	15	45	60
Ergonomia Cognitiva	60	-	60	Marketing	60	-	60
Fabricação	60	-	60	Fabricação	60	-	60
Laboratório de Materiais e Modelos	-	60	60	Laboratório de Materiais e Modelos	-	60	60
Legislação, Normas e Ética Profissional	30	-	30	Psicologia	30	-	30
Teoria Geral da Administração	30	-	30	Design Receptivo	30	-	30
				Visita Técnica (AEA)	-	15	15
TOTAL:	210	150	360	TOTAL:	210	165	375
7º PERÍODO				8º PERÍODO			
Design Industrial (TGI)	-	120	120	Design Industrial (TGI)	-	120	120
Multimídia	15	45	60	Multimídia	15	45	60
Design Management	60	-	60	Design Management	60	-	60
Sistema de Produção	60	-	60	Sistema de Produção	60	-	60
Estágio Supervisionado	-	120	120	Estágio Supervisionado	-	120	120
TOTAL:	135	285	420	TOTAL:	135	285	420
				Total do curso:	1635	1410	3045

**Referências Bibliográficas.**

DESIGN INDUSTRIAL – UNIVALI. **Projeto pedagógico – integrando o design.** UNIVALI – Universidade do Vale do Itajaí, Balneário Camboriú, SC, julho de 2002. Publicação interna.

## **ANEXO 2**

**Modelo de Briefing utilizado no curso de Design Industrial da UNIVALI.**

**Cliente:**

Razão Social	CGC
Endereço	
Proprietário (os) Contato:	
Produto e/ou Serviço	
Pontos de Venda	
Porte da empresa (Micro, Pequena, Média ou Grande)	
Setor (Primário, Secundário ou Terciário) Tipo Serviço	
Imagem da empresa no mercado	
Preço	
Distribuição	
Promoções	Marketing
Lema da empresa-missão	
Tendências futuras	

**Público-Alvo**

Idade	Sexo	Classe Social
Características Culturais		
Escolaridade	Religião	
Principais valores morais	Nacionalidade	
Locais de circulação do produto		
Como fala o consumidor? Perfil		
Linguagem e valores do produto		
Quem compra e onde compra		

**Concorrentes**

Principais
Os dois mais fortes
O mais próximo fisicamente
Diferencial em relação ao concorrente
Posição atual no mercado
Inovação? Qual?

**Identificação dos problemas:**

Qual o problema a ser resolvido?

Problemas atuais do produto no mercado

Que outros problemas foram identificados

A partir do item anterior definir os objetivos principais do trabalho

**Materiais**

Materiais utilizáveis

Material obrigatório a ser utilizado

Forma de produção

Acabamento - tipos

Diferenciação

Processo de produção

**Produção das peças**

Quais?

Quantidade

Contato fornecedores

**Investimento R\$**

**Entrega do Material**

Prazo de entrega

Formato de entrega  
(zip, disquete, pranchas...)

☐

Aprovado para produção

**Assinatura do Responsável**

Solicito a execução do produto descrito no briefing

Balneário Camboriú, \_\_\_\_ de \_\_\_\_ de 200\_\_.

- 1 - Sempre que os serviços solicitados pelo cliente/ contratante e executados pela contratada não forem finalizados, veiculados ou forem cancelados sem justo motivo, a contratada cobrará de acordo com esta apropriação, a fim de ressarcir de suas despesas com planejamento, lay-out, concepção e etc.
- 2 - O cumprimento dos prazos e observações contidos nessa apropriação devem ser respeitados para o bom andamento do trabalho. Atrasos de quaisquer natureza devem ser comunicados com antecedência de 48 h e acertado de comum acordo novas datas para entrega/pagamento dos serviços.
- 3 - Serviços de terceiros indicados pelo cliente/ contratante não são de responsabilidade da contratada.

\_\_\_\_\_  
Empresa

**Design**  
oficina acadêmica de design  
UNIVERSIDADE DO VALE DO ITAJAI  
Oficina Acadêmica de Design